جامعة المنوفية
كلية الاقتصاد المنزلي
قسم التغذية وعلوم الأطعمة

## الدروس النظرية



# إعداد وتعبئة وتخزين الخضر والفاكهة

أ.د محمد مصطفي السيد علي
أستاذ ورئيس قسم التغذية وعلوم الأطعمة
(وعميد الكلية سابقا)

## مقدمة

يهتم هذا العلم بالعمليات التي تجري علي الثمار سريعة التلف وهي ثمار الخضر والفاكهة من وقت القطف من النباتات التي تنتجها حتى وصول هذه الثمار إلي المستهلك بحالة جيده صالحة للاستهلاك وفي مظهر جذاب مع أطاله الفترة التي تكون فيها صالحة للتسويق حيث تتركب الثمار من مجموعة من الخلايا الحية التي تستمر فيها الحياة حتى بعد قطفها من النبات فان معاملة هذه الثمار تتطلب دراسة التغيرات التي تجري بداخلها سواء قبل القطف حتى يمكن تحديد أنسب ميعاد للقطف لمحاولة التحكم في هذه التغيرات لإطالة عمر الثمار حتى استهلاكها.

## الأهمية الاقتصادية لإعداد وتخزين وتصدير الخضر والفاكهة:

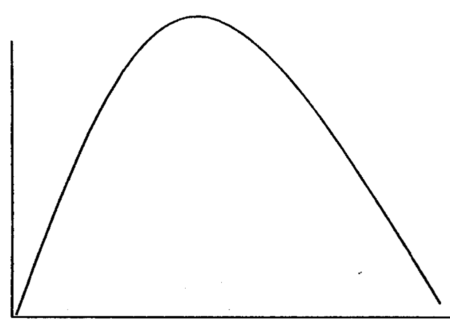
تعتبر زراعة الفاكهة والخضر من الزراعات التي تحتاج إلي تركيز في مناطق زراعتها والتي تنتج من مساحة معينة من الأرض إنتاجاً يفوق في قيمته بكثير من المنتج من بقية المساحة من المحاصيل الحقلية لذلك تهدف السياسة الزراعية التي تشجيع زراعات الخضر والفاكهة مما يكون له الأثر في زيادة الدخل القومي الناتج من الزراعة.

وقد تم التوسع في الأراضي المستصلحة الجديدة بزراعتها بمحاصيل الخضر والفاكهة خصوصا للتصدير والفائض من الثمار توجه إلي السوق المحلي.

يعمل منتج الفاكهة أو الخضر علي بيع الثمار الناتجة من مزرعته بأعلى الأسعار حتى يتمكن من الحصول علي ربح يناسب المجهود الذي يبذله ولكي يباع الإنتاج بسعر مناسب يجب اتباع الآتي:-

أولا: توصيل الثمار إلي المستهلك في حالة جيدة ومظهر جذاب علي أن تكون خالية من كافة العيوب وفي الحجم الذي يتطلبه وبالطبع كلما ازدادت جودة الثمار كلما ارتفع ثمنها كما أن المنتج الذي يعرض في السوق ثمارا ممتازة يمكنه التغلب علي منافسة المنتجين الآخرين وبالتالي يتمكن من تصريف محصوله بسهولة.

ثانياً: تنظيم عرض الثمار في الأسواق بحيث تباع في الأوقات التي يقل عرضها فيه وغالبا يزداد عرض الثمار معين في منتصف موسم نضجه بينما يقل العرض كثيراً في أوائل وأواخر هذا الموسم (أنظر الرسم البياني).




وبالطبع فعند زيادة عرض الثمار السريعة التلف فإنها تباع بأسعار منخفضة نتيجة لخوف منتجيها من عدم بيعها وبالتالي فسادها - ويظهر هذا واضحاً في مواسم نضج الطماطم في بلادنا وكذلك في شهر أغسطس بالنسبة للكمثرى ومن أهم ما يمكن عمله لتنظيم عرض الثمار بالأسواق هو تخزين الثمار في مخازن أو ثلاجات خاصة في الأوقات التي يزداد عرضها فيه لبيعها في المواسم التي يقل فيها العرض حيث أن التخزين يعمل علي قلة المعروض في السوق والتالي إلى رفع السعر وإمكان بيع الثمار المخزونة في وقت يقل فيه عرضها فتباع بسعر مرتفع. ويمكننا أن نذكر علي سبيل المثال أن ثمار الكمثرى لليكونت تباع في مركز إنتاجها في شهر أغسطس بما لا يزيد عن ٢٥٠قروش للكيلو في حين أنه عند تخزينها التخزين المناسب يباع الكيلو منها بحولي ٤٥٠ قرشا في أواخر أكتوبر وأوائل نوفمبر، وفي الخارج يعتبر تخزين ثمار التفاح والكمثرى صناعة كبيرة يتحكم فيها عوامل اقتصادية متعددة.

**ثالثا:** يقوم المنتج بنقل ثماره إلى أسواق تبعد عن مراكز إنتاجها مع اتخاذ كافة لوصولها بحالة سليمة. هذه الأسواق أما أن تكون داخل حدود الدولة المنتجة أو خارج حدود هذه الدولة.

أ- يجرى نقل الثمار داخل حدود الدولة المنتجة إذا ما انخفض سعرها كثيرا في مناطق الإنتاج في حين يكون السعر في مرتفعا في مناطق بعيدة. فالطماطم مثلا تنقل من مناطق إنتاجها في الوجه القبلي شتاء إلى كافة بلدان الجمهورية والكمثرى تنقل من مناطق البحيرة والإسكندرية إلى القاهرة وغيرها.

ب- أما نقل الثمار إلى خارج حدود الدولة المنتجة وهو ما يطلق عليه اسم التصدير الخارجي فقد أصبح من العمليات الاقتصادية الكبيرة التي تعمل الكثير من الدول علي تنميتها وتشجيعها.

يعتبر المناخ من أهم العوامل المحددة لنجاح زراعة الفاكهة، فزراعة أشجار الموالح لا يمكن نجاحها إلا في المناطق الدافئة والتفاح ولا تنجح زراعته إلا في المناطق الباردة الشتاء وعلي ذلك لا يمكن لسكان المناطق الباردة الشتاء الحصول علي حاجتهم من ثمار الموالح إلا باستيرادها من المناطق المنتجة لهذه الثمار في حين لا يستطيع سكان المناطق الدافئة الشتاء، الحصول علي حاجتهم من ثمار التفاح الفاخرة إلا باستيرادها من المناطق الباردة شتاء. أما بالنسبة لثمار الخضر فانه لا يمكن إنتاجها في المناطق الباردة شتاء إلا داخل الصوب الزجاجية مما يجعل أثمانها في غاية الارتفاع خصوصا أنه لا يمكن اختزانها إلا لمدد بسيطة لذا تعمل البلاد الشمالية علي استيراد الخضر شتاء من البلاد الدافئة. كما أن الكثير من البلاد الشمالية الجافة لا يمكن لسكانها ممارسة الزراعة إلا في أضيق الحدود وعلي ذلك يعملون علي استيراد ما يلزمهم من الثمار من البلاد التي تنتجها.

وعموما يزداد استهلاك سكان العالم للثمار الطازجة عاما بعد عام نظرا لإضطراد ارتفاع مستوى معيشة الفرد وتقدم الوعي الصحي والتغذوي ومعرفة الفوائد الطبية لهذه الثمار لذا فقد تقدمت حركة تصدير واستيراد الثمار في العالم

في السنوات الأخيرة تقدما كبيرا وأصبحت الكثير من الدول تعتمد عليها اعتمـــادا كبيرا في زيادة دخلها القومي.

ونظرا لهذا الإقبال علي التصدير من كثير من الدول المنتجة فقد استحكمت المنافسة في الأسواق العالمية خصوصا بالنسبة لثمار الفواكه وتعمل هـــذه الـــدول علي فتح أسواق جديدة لها باستمرار وزيادة صادراتها. وقد أدت زيادة المنافســـة بين الدول المنتجة إلى عدم إقبال المستوردين إلا علي الثمار الجيدة الصفات التـــي تصلهم بحالة ممتازة ولكي تصل الثمار إلى المستهلك البعيد بالجودة المطلوبة يجب أن يشترط بها اشتراطات خاصة وتعامل معاملات معينة أثناء نقلـــها وتجـــهيزها وهي موضع دراستنا في هذه المحاضرات.

وتلقى عمليات التجهيز وتصدير الثمار الطازجة عناية كبيرة من المسئولين في الجمهورية العربية المتحدة وسوف يكون لبلادنا مستقبلا كبيرا من هذه الناحيـة في القريب العاجل للأسباب التالية:

١- خصوبة التربة وتوفر مياه الري ومناسبة الجو علي مدار السنة مما يمكـــن معه إنتاج ثمار ذات صفات مرغوبة في الأوقات المناسبة.

٢- توفر الفنيين والأيدي العاملة التي تتطلبها إنتاج هذه الثمار.

٣- الموقع الجغرافي الممتاز لبلادنا.

وعموما سوف نعود للتكلم بالتفصيل عن حركة تصدير واســـتيراد الثمـــار الطازجة في العالم وعن مركز بلادنا بالنسبة لهذه التجارة الهامة وما يمكن اتباعـه للنهوض بها.

وتلخيصا لما سبق ذكره يمكننا القول بأن الأهمية الاقتصادية لعلـــم إعـــداد وتخزين الحاصلات البستانية تنحصر في:

١- تقديم ثمار ممتاز الصفات جذابة المظهر للمســـتهلك ممـــا يفـــي برغباتـــه وبالتالي يوفر أكبر قدر من الربح للمنتج.

٢- العمل علي عدم انخفاض أسعار الثمار السريعة التلف في مواسم إنتاجها وذلك بتخزينها جيد وعرضها في الأوقات التي يقل عرضها فيها فلا ترتفع أسعارها كثيرا.

٣- إمكان نقل الثمار لمسافات بعيدة ووصولها إلى المستهلك البعيد بحالة ممتازة مما يؤدي إلى انتعاش حركة التصدير وبالتالي الحصول علي العملات الأجنبية المطلوبة.

## الثمار

تعرف الثمرة نباتيا بأنها مبيض زهرة أو عدة أزهار أو هذه المبايض وبعض الأجزاء الزهرية الملتصقة بها نموها إلى أقصى حد ممكن وحدوث عدة تغيرات في محتوياتها.

أما من وجهة النظر الاقتصادية فتعتبر ثمارا كل الأجزاء النباتية التي تستخدم للأكل فجذور الجزر ودرنات البطاطس وأوراق الكرنب أو الخس تعتبر ثمارا.

**تكوين الثمار:**

تتحدد الأنسجة التي تتكون منها "الثمرة النباتية" أثناء تكشف الأجزاء الزهرية داخل البرعم الزهري للنبات ففي ذلك الوقت يبدأ تكوين أنسجة المبيض والأنسجة المحيطة التي قد تدخل في تركيب بعض ثمار بعض الأنواع تزداد سرعة انقسام الخلايا المكونة للثمرة المكونة بحدث عملية الإخصاب في معظم أنواع الفاكهة والخضر ويستمر هذا الانقسام إلى أيام معدودة في بعض الأنواع إلى عدة أسابيع أنواع أخرى، ثم يتوقف الانقسام وتكبر الخلايا في الحجم بعد ذلك مما يؤدي إلى ازدياد حجم الثمار. وفي بعض لأنواع الخضر (الخيار) تتم عملية انقسام الخلايا في الوقت الذي يحدث فيه الإخصاب ويعزي كبر حجم الثمار في الحجم بعد الإخصاب إلى اتساع الخلايا.

وقد تتكون الكثير من الثمار بكريا دون الحاجة إلى إتمام عملية الإخصاب وتحت هذه الظاهرة في كثير من الثمار طبيعيا (الموز - الكاكي) في حين يمكن إحداثها صناعيا في ثمار أخرى (الطماطم) باستخدام بعض منشطات النمو.

أما بالنسبة للأجزاء النباتية التي تعتبر ثمارا من الناحية الاستهلاكية فأن تكوينها يماثل الطريقة التي يتكون بها العضو النباتي التي تنتمي إليه. فجذور الجزر مثلا تزداد في السمك نتيجة للتغلظ الثانوي أما درنات البطاطس فتتكون من انتفاخات يبدأ ظهورها في ٧ أسابيع في نهاية ريزوماته ثم تزداد في الحجم وتكتنز بالغذاء ورؤوس الخس نتيجة لنمو الأوراق والتفافها حول البرعم الطرفي.

**التقسيم النباتي للثمار:**

تقسم الثمار نباتيا بوجهات نظر متعددة تبعا للأسس الآتية:

**أولا: من ناحية الأنسجة التي تتكون منها إلى:**

**١) ثمار حقيقة: True**

وهي التي تتكون من أنسجة المبيض فقط (المشمش)

**٢) ثمار كاذبة : False**

وهي التي تتكون من أنسجة أخرى تلتصق بالمبيض مثل التخت أو قواعد المحيطات المحيطات الزهرية الأخرى (التفاح)

**ثانيا: من ناحية عدد الأزهار التي تتكون منها إلى:**

أ- **بسيطة:** Simple تتكون من زهرة واحدة ذات كربله واحدة أو ملتحمة الكرابل (الطماطم).

ب- **متجمعة:** Aggregate تتكون من زهرة واحدة سائبة الكرابل (الشليك)

ت- مركبة: Compoundتتكون من أكثر من زهر (نورة) (التين)

**ثالثا: تنقسم الثمار من ناحية صلابة جدرها إلى:**

**١- ثمار جافة: Dry fruits**

وتتميز هذه الثمار بجفاف جدرها- وتقسم من ناحية التفتح الطبيعي لجدرها إلى:

**أ- ثمار جافة غير متفتحة: Indehiscent**

وهي التي يظل جدراها مغلقا لا تتحرك منه البذور إلا بعد انحلاله ومنها الفقيرة- البسلاء- البرة - البندقية - الجناحية.

**ب- ثمار جافة متفتحة : Dehiscent**

وهي التي يتفتح جدرها بطرق مختلفة وتنشر منه البذور:

الجرابية - البقلاء - الخردلة - العلبة.

**ج- ثمار جافة منشقة: Schlizocarpic**

وهي التي تنشق ثمارها إلي عدد من الثمار الجزئية التي تكون في الغالب غير متفتحة.

ونظرا لصلابة جدر المجموعة السابقة من الثمار فان الثمار التي تؤكل منها مثل البندق لا تحتاج لمعاملات خاصة قبل تسويقها لبطئ تلفها، إلا أن بعض الثمار البقلاء مثل الفاصوليا قد تجمع قبل اكتمال نموها لاستهلاكها خضراء وفي هذه الحالة من الواجب معاملتها معاملة خاصة وسنعود للحديث عنها فيما بعد.

**٢- الثمار الغضة: Fleshy**

تتميز هذه الثمار بأن جدار المبيض بأجزائه المختلفة تبقي لينه حتى تمام نضجها وتقسم إلي:-

أ- **العنبة: Berry**

يتكون هذا النوع من الثمار من جدر المبيض التي تبقي عصارية حتى النضج مكونه غلاف مبيض عصيري Pericarp (الطماطم - الفلفل - العنب - الموز - البلح).

ب- **Hesperidium**

أحسن مثل لهذا النوع من الثمار ثمرة الموالح وهي عنبة ذات طراز خاص يفصل فيه جدار المبيض إلي الأجزاء الثلاث الآتية:-

١- **الجدار الخارجي:** Exocacarp وهو الطبقة الخارجية الملونة من جلدة الموالح ويطلق عليه أسم الفلافيدو.

٢- **الجدار الأوسط:** Mesocarp وهي عبارة عن الطبقة البيضاء اللون من الجلدة ويطلق عليها أسم اللالبيدو.

٣- **الجدار الداخلي:** Endrorap وهو عبارة عن الغلاف الجلدي الذي يحيط بكل فص علي حدة.

ج-القرعية: **pepo**

تتكون ثمار العائلة القرعية من مبيض زهرة محطية تحيط بـه أنسجة الحامل الزهري Receptacle مكون الغلاف الثمري أما الجزء الذي يؤكل الموجود خارج منطقة البذور فيتكون من أغلفة المبيض.

٣- **ثمار غضة صلبة:** Dry Fleshy :

تتكون هذه الثمار ذات جدر بعض أجزائها صلبة والبعض الآخر غضا ومنها:

ثمار بسيطة مثل:

**الحسلة:** Drupe تتكون هذه الثمرة من:

جدار خارجي Exocarp جلدي.

جدار أوسط Mesocarp عصيري لحمي.

جدار داخلي Endocarp صلب . يحيط بالبذرة (الخوخ).

**التفاحة: Pome تتكون الثمرة التفاحية من:**

**ثمرة حقيقة: وتتكون من أنسجة المبيض ويتميز فيها:**

جزء لحمي خارجي يتركب من الغلاف الخارجي والغلاف الأوسط المبيض ملتحمان.

- غلاف جلدي يحيط هذا الغلاف بكل كربله علي حدة ويتكون من الغـــلاف الداخلي المبيض.

**ثمرة كاذبة: تحيط بالثمرة الحقيقة من الخارج هي عبارة عن جزء لحمي وهنـــاك نظريان مختلفان تفصران منشأ الكاذبة.**

**نظرية Kraus : تقول بأن هذا الجزء عبارة عن تخت الزهرة المتضخم.**

**نظرية Mc Daniels : تثبت بأن قواعد السبلات والبتلات والاسدية تلتحـــم ســـويا وتكون أنبوبة تتضخم فيما بعد وتكون الثمرة الكاذبة.**

**ثمار متجمعة Aggregate :**

تتركب الثمرة المتجمعة من عدة ثمار بسيطة ناشئة من زهرة ذات عدد من الكرابل المنفصلة - فثمرة الشليك مثلا تتكون من حامل زهري عصيري ينتشـــر وعليه عدد من الثمار الفقيرة.

**ثمار مركبة Compound :**

تتركب الثمار المركبة من حامل زهري يحمل عدد من الأزهار أو الثمـــار الفقيرة - فثمرة التين مثلا تتركب من حامل زهري مجوف يحوي في الغرفة التي يكونها عدد من الأزهار.

## التركيب الكيميائي للثمار

يدخل في تركيب المادة الحية (البرتوبلازم) التـي تتكـون منـها الخلايـا المختلفة الثمار وكذلك يخزن أو يوجد بها كميات كبيرة أو ضئيلة عدد من المـواد والمركبات الكيميائية التي يمكن تلخصيها فيما يلي:

(١) **الماء:** من أهم مكونات البروتوبلازم والعصير الخلـوي للخلايـا يرتبـط ارتباطا وثيقا بالكثير من العمليات الحيوية التي تحدث بالثمار وتحتوي ثمار الفاكهة والخضر علي كميات كبيرة من الماء تتراوح من ٥٠ إلـي ٩٥% بحسب نوع الثمار.

(٢) **المواد الكربواهيدراتية:** وهي من أهم مكونات ثمـار الفاكهـة والخضـر وتستخدم في توليد الطاقة الحرارة اللازمـة لاسـتمرار الحيـاة وتوجـد الكرابواهيدرات في الثمار علي صور متعددة منها:

**أ- مواد أحادية التسكر:**

وهي أبسط صورة توجد عليها المواد الكرابوهيدارتية وتقسم بحسب عـدد ذرات الكربون التي يحويها الجزيء منها إلي:

سكريات خماسية (ك٥ يد١٠ أ٥) ومنها الـ Xylose وفي الغـالب لا توجـد هذه السكريات بحالة مفردة في الثمار بل تدخل في تركيب بعض المواد المعقـدة التي تتركب منها الجدر الخلوية.

سكريات سداسية (ك٦ يد١٢ أ٦) ومنها الجلوكوز والفراكتوز والمالتوز.

**ب- مواد ثنائية التسكر:**

تتكون من اتحاد جزئيتين من سكريات أحادية التسكر والرمز العـام لـهذه المواد (ك١٢ يد٢٢ أ١١) وهذه أكثرها جودوا في الثمار السكروز ويتحلل هذا السكر بإنزيم الانفرنيز إلي جزئ من الجلوكوز والمالتوز ويوجد بكميات بسـيطة فـي

بعض الثمار ويتكون من جزيئين سكر جاكوز وينتج من تحلل النشا بأنزيم الاميليز.

(٣) **عديدات التسكر:** تتركب هذه المواد من اتحاد عدد كبير من سكريات أحادية وأهم المواد العديد التسكر في الثمار تتركب من سكر الجلوكوز ومن أهمها:

**السليلوز:** ويدخل أساسا في تركيب الجدر الخلوية ويتركب من اتحاد جزئيات الجلوكوز علي هيئة سلسلة.

**النشا** وهو من أهم المركبات التي تختزن في الثمار والدرنات والجذور ويختزن النشا علي هيئة حبيبات نشوية ويتركب من جزئيات جلوكوز مرتبطة مع بعضها في سلسلة طويلة ويتكون مادتين هما الاميلوز والاميلوبكتين وتعتبر المادة الأولى أكثر ذوبانا من المادة الثانية.

**الانيولين:** يختزن الغذاء من درنات الطرطوفة علي هيئة أنولين ويختلف عن النشا بأنه يتركب من جزئيات جلاكتوز بدلا من الجلوكوز.

**(٤) البروتينات:**

تعتبر البروتينات مركب أساسي من مركبات البروتوبلازم – وتعتبر ثمار الفاكهة وغالبية الخضر (ماعدا البقول) فقيرة فيما تحويه من بروتينات فلا تزيد ما تحويه ثمرة الموالح من البروتينات عن ٠,٥% في حين تحتوي ثمار الزبدية علي حوالي ٤% من هذه المادة أما ثمار النقل فتعتبر غنية بها حيث تحتوي علي حوالي ١٨% منها. وتتركب البروتينات من مجموعة من الأحماض الأمينية.

**(٥) المواد الدهنية:**

من المواد التي قد تختزنها بعض الثمار الدهنية مثل النقل والافوكاد، ويمكن استخدامها لتوليد الطاقة عند الحاجة بنسبة بسيطة في بعض الثمار (الموالح ٠,١ – ٠,٤%) أو بنسبة كبيرة (النقل ٥٤– ٧٠%) تحلل الدهون إلي جلسرين وأحماض عضوية بأنزيمات تحليل الدهن.

**(٦) الشموع:**

تدخل الشموع النباتية المختلفة في تركيب أدمة الثمار (الكيوتيكاكل) فتعمل علي حماية سطح الثمرة وتقليل الفاقد من الماء عن طريق النتح والتبخير وتكسب الثمرة لمعانا ومظهرا وجذابا والشموع مواد تشبه الدهون في التركيب إذ تحتوي علي أحماض دهنية كما يدخل في تركيبها بعض الكحوليات.

**(٧) الأحماض العضوية:**

تختلف درجة حموضة الثمار وبالتالي مقدار ما تحويه من أحماض عضوية من نوع لآخر فبينما تكون حوالي ٧% في الليمون تكون حوالي ٠,٢٤% في الكمثري والأحماض العضوية الأساسية التي توجد في الثمار هي السنزيك (الموالح) الطرطريك (العنب) والماليك (التفاح) غير أنه توجد بجوار هذه الأحماض كميات ضئيلة من أحماض عضوية أخري تنتج كمركبات وسطية أثناء عملية التنفس (الخطوة الهوائية – دورة كربس) مثل السكسنيك.

**(٨) البكتينات:**

تتركب هذه المواد أساسا من حامض الجلاكتونيك وبعض المواد الأخرى مثل سكر الجلاكتوز ويوجد في الثمار صور مختلفة من هذه المواد وهي:

**البروتوبكتين:** وهو مركب غير قابل للذوبان ويوجد في الصحيفة الوسطي لجدر الخلايا.

**البكتين:** مادة قابلة للذوبان في الماء وتنتج من تحلل البروتوبكتين.

**الأحماض البكتينية:** وهي حامض البكتين والبكتينيك وهي قابلة للذوبان في الماء.

**بكتينات الكالسيوم:** مادة غير قابلة للذوبان تتكون نتيجة لاتحاد أيون الكالسيوم بالأحماض البكتينية.

وترجع أهمية المواد البكتينية إلي كونها مواد لاصقة تعمل علي حفظ قوام الثمرة وتماسكها لعملها علي لصق الخلايا وتماسكها مع بعضها وتدخل مادتي

البروتووبكتات الكالسيوم في تركيب الصحيفة الوسطي لخلايا الثمار اليغر ناضجة في حين تتحول إلي صورة ذائبة في الثمار الناضجة مسببا ليونتها.

**(٩) الفيتامينات:**

تعتبر ثمار الفاكهة والخضر من أهم مصادر الحصول علـــي الفيتامينـــات فالموالح والجوافة والشليك والطماطم تعتبر غنية من فيتامين (ج) في حين يعتـــبر المشمش والجزر والسبانخ غنية من فيتامين (أ) أما فيتامين (ب) فيوجـــد بكميـــات قليلة من ثمار البرتقال والتفاح والتين والعنب والفيتامينات مواد معقدة التركيب لها وظائف رئيسية تتعلق بتمثيل الأغذية.

**(١٠) الأملاح المعدنية:**

تحتوي الثمار علي كمية لا بأس بها من الأملاح المعدنيـــة مثـــل الحديـــد والبوتاسيوم والكالسيوم والصوديوم والمغنيسيوم وتعتبر الثمار من أهم المصـــادر التي يحصل منها الإنسان علي حاجته من تلك المواد.

**(١١) الصبغات النباتية:**

وهي المواد التي تسبب تلون الثمار بالألوان المختلفة ويمكن تقســـيم هـــذه المواد إلي ثلاث مجاميع رئيسية:-

أ- **الكلورفيلات:** وهي الصبغات المكونة للون الأخضر وتوجد في البلاســـتيدات الخضراء في الأجزاء المعروضة لضوء الشمس ومنها نوعيـــن أ،ب وتـــذوب الكلوروفيلات في مذيبات الدهون.

ب- **الكاروتينات:** وهي صبغات صفراء أو حمراء أو برتقالية لا تـــذوب فـــي الماء وتوجد في البلاســـتيدات ومنـــها الكـــاردتين والزانثـــوفيل (أصفـــر) واللايكوبين وهو الذي يكون اللون الأحمر في ثمار الطماطم واللون القرمـــزي في بعض أصناف الجريب فروت (مع الكاروتين).

ج- **الانثوسيانينات والفلافونات:** تتميز هذه المجموعة من الصبغات بذوبانـــــها في الماء وتوجد في العصير الخلوي للخلايا الملونة.

١- **الانثوسيانينات:** هي جلوكسيدات تتحلل مائيا بواسطة أنزيم خاص إلي سكر ومركب يعرف باسم الاجليكون ويختلف لون هذه الصبغات باختلاف حموضة المحلول الذائبة فيه فقد تكون حمراء في الوسط الحامضي وبنفسجية أو زرقاء في الوسط القلوي أو المتعادل تؤثر العوامل البيئية علي تكوين هذه الصبغات وتشتمل هذه المركبات البلارجونيدين pelargonidin والسيانيدين Cyandin والدلفندين Delphindin ويرجع اللون الأحمر في التفاح والكمثري والخوخ والمشمش والبرقوق إليها.

٢- **الفلافونات:** تسبب صبغات تتبع الفلافونات اللون الأصفر الذائب في عصير بعض خلايا الثمار فصبغة الـ Quercitin تسبب اللون الأصفر للب بعض أصناف التفاح وصبغة النارنجنين توجد في خلايا قشور بعض أصناف الموالح.

### (١٢) المواد المرة والقابضة:

قد يكون لبعض الثمار الغضة طعم مر قابض نتيجة لاحتوائها علي بعض الجلوكوزيدات مثل التانينات التي تسبب وجود هذا الطعم في ثمار البلح والكاكي ويعزى اختفاء هذا الطعم عند نضج هذه الثمار إلى تحلل هذه المادة إلى مواد أبسط تركيبا.

### (١٣) الزيوت العطرية:

تعطى بعض الزيوت العطرية التي تتكون في بعض الثمار الراحة المميزة لهذه الثمار فمادة الـ Cirtral الليمونيين التي توجد في قشرة بعض ثمار الموالح تعطي هذه الرائحة.

### (١٤) المواد المنظمة للنمو:

تحتوى الثمار في بعض مراحل حياتها علي مجموعة من الاوكسينات أو الهرومونات الطبيعية وتعمل هذه المواد علي تنشيط نمو أنسجة المبيض وبالتي علي تكوين الثمار.

(١٥) الأنزيمات:

ومع أن الثمار تحتوي علي الأنزيمات بكميات ضئيلة إلا أنها تعتبر من أهم مقومات الحياة في الثمرة ويوجد بالثمار أثناء مراحل نموها ونضجها عدد كبـــير من الإنزيمات - وهي مواد معقدة التركيب تدخل كعوامل مساعدة في إتمام الكثـير من التفاعلات التي لا يمكن إتمامها إلا بوجود هذه المواد ومن أهم هذه المواد التي تتعلق بالنشاط الحيوي للثمار:

أ-الهيدروليزات (انزيمات التحلل المائي):

تعمل على التحلل المائي للمركبات المختلفة ويختص كل منها بمادة محـددة ومنها.

١ - الكربوهيدرات:

وهي التي تعمل علي تحلل المواد الكرابوايدراتيه ومنها السكريز الذي يحلل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز ومجموعة الاميليز التي تعمل علي تحليل النشـــا والانيليز الذي يحلل الانيولين إلى سكر فركتوز وإنزيمات تحلل المواد البكتينيـــة (بروتوبكتيز - البكتنيز- بكتنيز الصفيحة الوسطى) وهـــي تعمـــل علـــي تحلــل البكتينية.

٣-الجليكوسيديزات: ومنها الـــ Emulsion وتعمل علي تحلل المواد الجليكوزيدية.

٣- الاستريزات: تعمل علي تحلل الاسترات إلى أحماض عضوية وكحولات ومنها الليبيز.

٤ - محللات البروتينات: وتعمل علي تحلل البروتينات ومنها البروتيز

ب-الفوسفوريليزات:

وتعمل علي إضافة أو إزالة إلى تركيب بعض المواد العضوية مما يســاعد بعض الإنزيمات الأخرى علي فصل هذه المركبات إلى أجزاء أخرى صغيرة منها الفسفوكينيز الذي يعمل علي تحويل سكر الجلوكوز إلى جلوكوز - ١- فوســـفات بالحصول علي الفسفور من مادة A.T.P.

ج- الإنزيمات الفاصلة:

وهو مجموعة من الإنزيمات تقوم بقسم أو فصل بعض المركبات عند روابط ذرات الكربون ومنها إنزيم الدوليز الذي بقسم مركب فركتوز -١-٦ ثوسفات إلى الفوسفوجلسريك وثاني هيدروكسي فوسفات الاسيتون.

د- الإنزيمات المؤكسدة:

مجموعة من الإنزيمات تقوم بالمساعدة علي حدوث عمليات الأكسدة والاختزال في الثمار ومنها الاوكسيديز والبيرواكسيديز والكاتاليز ويرجع لهذه المجموعة من الإنزيمات تكون اللون الأسمر في الثمار المجروحة والألوان الداكنة في الثمار التالفة فسيولوجيا.

## تاريخ حياة الثمار

**تمر الثمار أثناء حياتها بمراحل مختلفة يمكن تلخيصها في الآتي:**

١) مرحلة النمو: **Growth**

في هذه المرحلة تنمو الثمرة وتكبر في الحجم وتزداد في الوزن ويعزي النمو في أول هذه المرحلة إلى ازدياد الخلايا التي تتكون منها الثمرة في العدد نتيجة لانقسامها المتكرر وبعد توقف الانقسام يتسبب اتساع الخلايا في الحجم في كبر الثمار ونموها وقد تتداخل طوري انقسام الخلايا واستطالتها في كثير من الثمار مثل ثمار البلح والكمثرى والتفاح حيث يلاحظ في وسط مرحلة النمو خلايا في حالة انقسام وخلايا أخرى نامية وتحدث مرحلة الانقسام وتحدث أثناء هذه المرحلة تفاعلات كيميائية عديدة داخل خلايا الثمار وتخزن بها العديد من المواد الغذائية.

٢) مرحلة البلوغ (اكتمال النمو): Maturity

وهو الوقت الذي تصل فيه الثمار إلى أقصى نمو ممكن ويصل تركيبها الكيميائي إلى حد مناسب نتيجة لتراكم المواد الغذائية بحيث أنه إذا قطفت الثمار في ذلك الوقت فانه يمكن أن تحدث بها تغيرات النضج بعيدا عن النبات التي نمت عليه وتصبح ثمارا صالحة للأكل أما إذا قطفت الثمار قبل بلوغ هذه المرحلة فلا يمكن أن تتحول إلى ثمرة ناضجة نضجا تاما.

٣) مرحلة النضج: Ripening

في هذه المرحلة يحدث تغير في التركيب الخلوي والتركيب الكيميائي للثمرة بحيث تتحول إلى حالة صالحة للأكل- يمكن للثمار أن تنضج بعيدا عن نباتاتها إذا ما قطفت بعد اكتمال نموها.

٤) مرحلة الشيخوخة والانحلال: Senescence

تلي هذه المرحلة مرحلة النضج وتبدأ بشيخوخة الخلايا وقلة حيويتها ثم موت الأنسجة وتحللها نتيجة لتحلل محتوياتها- وصول الثمار إلى هذه الحالة يجعلها في حالة غير قابلة للاستهلاك.

قد يسرع من الوصول إلى هذه المرحلة إصابة الثمار ببعض الحشرات أو الأمراض أو الظروف الغير مناسبة - ومرحلة الانحلال هذه هي إلى تحاول تأخير حنوثها بمعاملة الثمار معاملة حسنة وتخزينها التخزين المناسب بعد الجمع.

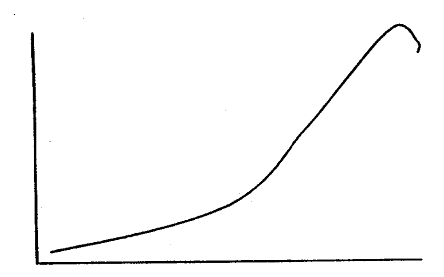
## التغيرات التي تحدث بالثمار أثناء نموها

### التغير في الحجم الظاهري للثمار

سبق أن ذكرنا أن نمو الثمار في الحجم يسببه في أول الأمر ازدياد عـــدد الخلايا المكونة لها نتيجة للانقسام وفي العادة يكون هذا النمو بطيئا ثم ينتج النمـــو بعد ذلك من كبر الخلايا في الحجم التي تؤدي إلى نمو الثمار نمـــوا مخصوصـــا وتقسم الثمار من ناحية سلوكها في النمو إلى قسمين:

أ- ثمار مستمرة النمو (ذات مرحلة واحدة):

عند رسم المنحنى البياني لنمو الثمار في الحجم (انظر الرسم)

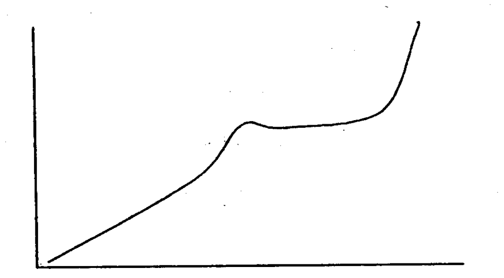


يلاحظ أن نمو الثمار في الحجم يبدأ بطيئا ثم يسرع ثم يعود إلى البط ثانيـــة في نهاية مرحلة النمو كما يمكن ملاحظة أن المنحنى البياني يشبه الحرف S لـــذا يطلق عليه أسم منحى sigmoid وتنمو الكثير من الثمار مثل التفاح - الطمـــاطم - الموالح بهذه الكيفية.

ب- ثمار ذات مرحلتي نمو:

إذا قمنا برسم منحنى نمو بعض الثمار الحسلة (ذات النواة الحجرية) مثـــل الخوخ والمشمش والبرقوق فيمكن ملاحظة مرحلتي نمو سريعتين يحصران بينهما

مرحلة يتوقف فيها النمو (انظر الرسم) وقد وجد أن فترة النمو هذه توافق الفترة التي يحدث فيها نمو وتطور في الأنسجة الجنينة داخل البذرة.



**العوامل التي تؤثر على النمو الطبيعي للثمار.**

المنحنيات السابقة الذكر عرضة للتغير إذا ما صادف نمو الثمار في بعض الأوقات ظروفا غير طبيعية مثل:

١- قلة الرطوبة الأرضية عن معامل الذبول ففي هذه الحالة يتوقف الامتصاص ما يؤدي إلى توقف الثمار.

٢- ازدياد درجة حرارة الجو أو قلتها من الدرجة المثلى للنمو يؤثر على سرعة نمو الثمار.

٣. قلة الرطوبة النسبية في الجو يزيد من معدل نتح النبات وبالتالي يقلل من محتوياته المائية ويؤدي إلي توقف الثمار عن النمو.

٤. ضرر المجموع الخضري للأشجار نتيجة للإصابة بالأمراض أو الآفات أو سوء عمليات المقاومة يؤثر علي عمليات التمثيل ويؤدي إلي توقف نمو الثمار.

٥. حدوث نقص في أحد العناصر المعدنية بالتربة يؤدي إلي عدم انتظام نمو الثمار.

ويتحدد شكل الثمار الفترة الأولى من مراحل نموها في الغالب فالثمار التي يصبح ارتفاعها مماثلا لقطرها تصير كروية الشكل أما التي يزيد ارتفاعها عن

قطرها فتصبح بيضيه أو مغزلية أما التي يزيد قطرها عـــن ارتفاعـــها فتصبـــح منضغطة الشكل – ويتحكم في شكل الثمار عوامل وراثية خاصة غير أن الجو قـد يكون له تأثير كبير علي هذا الشكل فقد ذكر haw أن ثمار التفاح التي تتعـــرض لجو بارد في الأسابيع الأربعة الأولى التي تلي التزهير تميـــل لأن تكـــون أكـــثر استطالة من التي تتعرض لجو دافئ في نفس الفترة.

## التغيرات التي تحدث في التركيب الخلوي للثمار

يهمنا في دراستنا هذه معرفة التركيب الخلوي للجزء الذي يؤكل فعلا مـــن الثمار حيث يحدد هذا التركيب جودة الثمار إلي درجة كبيرة كما أنه قد يؤثر تأثيراً كبيراً علي تحملها للتخزين كذلك يهمنا معرفة تركيب جلدة الثمار الثمرة هـــي أول ما يتعرض منها للظروف والمؤثرات الخارجية وقد يتأثر تركيب هذه الجلدة تـأثراً كبيراً بعمليات التجهيز التي تجري للثمار بعد قطفها كما قد يكون تركيـــب هـــذه الجلدة سببا في تلف الثمار أثناء نقلها أو تخزينها.

تتركب الثمار في أول حياتها من مجموعة من الخلايا المرستمية النشـــطة الممتلئة بالبروتبلازم وتحتوي هذه الخلايا علي نسبة عالية من الـــبروتين وتكـــون خالية من المواد النشوية. وتتحول هذه الخلايا عند نمو الثمار إلي خلايا بارنشـيمية كبيرة الحجم تستمر في النمو حتى يصل أكبر أقطارها إلي ٣٥٠ ميكـــرون فـــي بعض أصناف التفاح عند اكتمال النمو. وهذه الخلايا ذات فجوة كبيرة تتجمع فيـــها السكريات وطبقة رقيقة من السيتوبلازم يزداد تراكم النشا فيه أثناء النمـــو لكنـــه يتحلل في النهاية كذلك قد تتجمع فيه بعض البلاستيدات الملونة. ويزداد سمك جدر هذه الخلايا نتيجة لترسبه المواد البكتنية غير أن هذا الجدار يتحول حالة شبه سائلة عند نضج الثمار نتيجة لتحول المواد البكتنية إلي بكتينات ذائبة ويؤثر حجم هـــذه الخلايا البارشيمية تأثير كبيراً علي جودة الثمار فقد وجد أنه كلما ازداد حجم هـــذه الخلايا كلما قلت صلابة الثمار كما أنه كلما كبر حجم الخلايا كلما تحسنت صفـات اللب حيث أنه كلما كبر حجم الخلايا كلما قلت كمية الجدر الموجودة فـــي حجـــم معينة من اللب. وحجم الخلايا يؤثر علي قابلية الثمار للتخزين فقد ثبت أنه النـــوع

الواحد من الثمار يمكن تخزين الأصناف ذات الخلايا الصغيرة الحجم لفترة أطـول من الأصناف ذات الخلايا الصغيرة الحجم.

يزداد حجم المسافات البينية في لب الثمار كلما ازدادت عمر الثمار وكبرت خلايا في الحجم ولهذه المسافات دورا كبيرا في سرعة تبادل الغازات داخل الثمرة مما يؤثر علي معدل تنفسها وبالتالي مدة حفظها وسنذكر ذلك بالتفصيل فيما بعد.

وأثناء نمو الثمار قد تتكون مجموعة من الخلايا الصلبة الجدر الملجنة وسط خلايا اللب البارنشمية ففي ثمار المانجو مثلا تتكون مجموعة من الألياف وتختلـف درجة تركيز هذه الألياف من صنف لآخر وتعتبر الأصناف فاخرة إذا كانت نسـبة هذه الألياف بها ضئيلة. وفي الكمثري والجوافة تتحول بعض الخلايا البارنشـــمية أثناء الفترة الأولى من نمو الثمار إلي خلايا الحجريـــة سكلارنشـمية Saclarids (سكلاريدز) ترتب في مجاميع يطلق عليها أسم الخلايا الحجرية وتؤثر هذه الخلايا تأثيرا كبيراً علي جودة الثمار، فالأصناف التي تحتوي علي عدد كبير منها تكـــون ذات قوام محبب غير مستساغ للأكل. وتختلف ثمرة الموالح في تركيبها عن الثمار الأخرى ويتكون بها من مجموعة من أكياس صغيرة يطلق عليـــها أســم أكيـــاس العصير وتتكون هذه شعيرات عديدة الخلايا تنمو من السطح الداخلـــي للغـــلاف الداخلي للمبيض (غلاف الكرابل) وبعد فترة من النمو تتحطم الجدر الداخلية لـــهذه الشعيرات ويتكون فجوة داخلية تمتلأ بالعصير ثم يكبر الكيس في الحجم وتـــزداد كمية العصير التي به بازدياد نمو الثمرة.

أما جلدة الثمار فيختلف تركيبها من ثمرة لأخرى وإذا أخذنا ثمرة الكمـــثري كمثال فنجد أن جلدتها تتكون من صف واحد من خلايا طلائية صغيرة (البشـــرة) يليها من الداخل صفين من خلايا تحت البشرة المستطيلة الشكل ويترسب عليها من الخارج طبقة من الأدمة (Cuticle) وأثناء نمو الثمرة يتوالى انقسام خلايا البشـرة وتحت البشرة إلي عمر معين ثم يقف الانقسام ونتيجة لعدم كبر خلايا البشرة فـــي الحجم والضغط الداخلي الحادث من نمو الثمرة فإن خلايا البشـــرة تتفكـك عـــن بعضها في عدة مواضع قرب اكتمال النمو أما خلايا تحت البشرة فأنها تنمو فـــي

الحجم وتزداد في الاستطالة أما طبقة الكيوتيكل فأنها تزداد في السمك بازدياد عمر الثمرة ويكون سمكها حوالي ٤ ميكرون عند تفتح الأزهار ويصل إلي ١٣ ميكرون عند اكتمال النمو.

## التغيرات التي تحدث في لون الثمار

يعطي اللون الثمار مظهرا جذابا وكلما كانت الثمرة ذات لون جـذاب تـام التكوين كلما أمكن بيعها بسعر مرتفع وسهل تسويقها. ومن أهم مسببات اللون فـي الثمار:

**اللون الأخضر:** يتسبب الكلوروفيل فيتلون الثمار باللون الأخضر ويوجد الكروفيل في البلاستيدات الخضراء التي تنغمس في سيتوبلازم خلايا تحت البشـرة ومنـه نوعين أ، ب وصفات الكلورفيل معرفة أهمها ذوبانه في مذيبات الدهون.

**الألوان الصفراء والبرتقالية:** تظهر هذه المجموعة من الألوان غالبا نتيجة لوجـود بلاستيدات ملونة في سيتوبلازم بعض الخلايا ومن أهم الصبغات التي تدخل فـي تركيب هذه البلاستيدات الكاروتين والزانثوفيل وهما من الصبغات التي تذوب فـي مذيبات الدهون – وقد تظهر هذه الألوان نتيجة لوجوده صبغـة مـن مجموعـة الفلافون والتي تذوب في الماء وتوجد في العصـير الخلـوي للخلايـا (ويتبعـها السيترونين والنازينمين التي توجد في جلدة الموالح) والـ Queroitin الـذي يوجد في جلدة التفاح.

**اللون الحمراء:** تتسبب في الغـ ـب أما عن أحد صبغات مجموعة الكارتينات مثـل الليكوبين الذي يكون اللون الأحمر فـي البطيـخ والطمـاطم أو مـن مجموعـة الانثوسيانينات مثل الانثوسيانين (التفاح) والانثوثينات صبغات تذوب فـي المـاء وتوجد في العصير الخلوي للخلايا.

٤- **الألوان الزرقاء والبنفسجية:** تسببها صبغات من مجموعة الانشوسيانينات.

وإذا أخذنا ثمرة التفاح كمثل لتطور التلوين فنجد أن الثمار الناميـة تكـون خضراء داكنة اللون ثم يتحول لونها إلي اللون الأصفر أو الأحمـر أو الأصفـر

المشوب بالحمرة عند نضجها وعند بدأ تلوين الثمار يتحول اللون الأخضر إلي اللون الأصفر تدريجياً ويطلق علي هذا التحول اسم اكتساب اللون الأساسي أو السفلي Ground colour ويكون ذلك نتيجة للهدم التدريجي الذي يحدث في الكلورفيل في جلدة الثمر. ثم يبدأ بعد ذلك اللون الأحمر في الظهور فوق اللون الأصفر نتيجة لتكون الصبغات الحمراء وغالبا ما يبدأ ظهور اللون السطحي من ناحية قمة الثمرة Styler end أو قد يزداد درجة تركيز اللون الأصفر نتيجة لازدياد تركيز الصبغات المؤدية إلي تكون هذا اللون (في الأصناف الصفراء) ويطلق علي هذه الخطوة أسم اكتساب اللون السطحي Surface colour .

**العوامل التي تؤثر علي اللون الأساسي للثمار:**

من أهم العوامل التي تؤثر علي تكوين اللون الأساسي للثمار عدد الأوراق بالشجرة بالنسبة لعدد الثمار التي تحملها وقد وجد في صنفي Crimes golden, Jonathan أنه يحتاج لحوالي ٣٠ ورقة/ ثمرة علي الأقل حتى تصل الثمرة إلي اللون الأصفر الأساسي أما إذا قل عدد الأوراق عن ذلك فإن الثمار تكون ذات لون أخضر فاتح عند اكتمال نموها.

**العوامل التي تؤثر علي اكتساب اللون النهائي للثمار:**

يسبب وجود الانثوسيانين تلون كثير من الثمار باللون الأحمر ومن أهم العوامل التي تؤثر علي تكوين هذه الصبغة الآتي:

١)**كمية السكريات:** توجد علاقة بين السكريات وبين الانثوسيانين ومن الواجب حدوث التمثيل الضوئي بدرجة كافية في النبات حتى تتوفر كمية كافية من السكريات بعد الكمية المستهلكة في العمليات الحيوية الأخرى وذلك لتكوين الصبغة وهذا يستوجب في حالة التفاح وجود ٣٠-٥٠ ورقة/ ثمرة.

٢)**الضوء:** يجب أن تتوفر كمية من الإضاءة لتكوين الانثوسيانينات في الثمار وهذا يتأتي بزراعة الأشجار علي مسافات مناسبة وتقليمها التقليم المناسب الثمار بدرجة تسمح بتعرض جميع أجزائها للضوء.

وقد وجد أن الأشعة الفوق بنفسجية (٣٦٠٠ – ٤٥٠٠ أنجستروم) هي أكثر موجات الطريق الضوئي تأثيراً علي تكوين الصبغة فقد وجد أن جعل ثمرة تفاح تنمو داخل غطاء زجاجي لا يسمح بمرور الأشعة الفوق بنفسجية يؤثر تأثيرا سيئا علي تلوينها وأن الثمار الناتجة من الأشجار النامية علي الجبال أحسن تلوينا من ثمار الوديان كما أن الثمار الناتجة من المناطق ذات الجو الصحو تكون أحسن تلون من الناتجة من المناطق الكثيرة الغبار أو الضباب حيث أن الأشعة الفوق بنفسجية تكون قليلة في الوديان وتمتص بواسطة الغبار أو الضباب.

٣)**الماء:** قد يؤثر الماء بطريق غير مباشر حيث أن قلة الماء تسبب قلة التمثيل الضوئي وبالتالي قلة تكون السكريات.

٤)**الحرارة:** وقد أن اختلاف درجات الحرارة بين الليل والنهار يناسب حسن تلوين الثمار فارتفاع درجة حرارة النهار يؤدي إلي زيادة معدل تكوين السكريات اللازمة لتكوين الصبغة وانخفاض حرارة الليل يساعد علي تحول السكر إلي الصبغة المطلوبة.

٥)**النيتروجين:** وجد أن ازدياد نسبة النيتروجين قد يؤدي إلي زيادة النمو الخضري للأشجار وبالتالي فإن هذا النمو قد يحجب وصول الضوء للثمار وبالتالي قلة تلوينها.

٦)**الرش بالـ Thioynates** : وجد أن رش الأشجار بالمركبات المذكورة يساعد علي تكوين الانثوسيانينات غير أن الرش بهذه المادة قد يسبب اصفرار أوراق النبات نتيجة لهدم الكلوروفيل.

**تقدير لون الثمار:**

**يستخدم لتقدير لون الثمار أثناء مراحل نموها طرق متعددة منها:**

**١- كراسة الألوان Colour charts:**

يوجد في هذه الكراسة مساحات من ألوان الطيف مطبوعة بدرجات مختلفة من الشدة تميز بأرقام خاصة ويمكن بمقارنة لون الثمرة بهذه الألوان تحديد اللون

الذي يطابقها ثم يسجل الرقم الذي يميزه – ومن أشهر كراريس الألوان المستخدمة الكراسة التي أصدرتها جمعية البساتين البريطانية بالاشتراك مع جمعية الألوان البريطانية British Horticultural colour chart ومن أهم عيوب هذه الطريقة أن القياس قد يختلف من شخص لآخر نتيجة لاختلاف درجة تميزهما للألوان وكذلك قد لا يكون القياس دقيقا نتيجة لوجود أكثر من درجة واحدة من التلوين علي سطح الثمرة الواحدة.

ب- أجهزة قياس الألوان Colorimeters :

يوجد حاليا عدد كبير من الأجهزة التي تقيس درجة انعكاس أو امتصاص ألوان الطيف من سطح الثمار باستخدام خلية ضوئية حساسة Photo electric cell ومن أحسن الأجهزة المستخدمة جهاز Hunter's colorimeter الذي يتميز بوجود مسرح يتحرك بسرعة كبيرة توضع عليه الثمرة المراد قياس لونها فيمكن بعد ذلك قياس درجة تلون الثمرة كلها وليس جزء فقط منها كما يحدث في أغلب الأجهزة الأخرى.

**التغير في صلابة الثمار وليونتها:**

تعرف صلابة الثمار بأنها درجة مقاومتها لأي ضغط خارجي والمعروف أن صلابة الثمار تقل (أي أنها تلين) أثناء نموها وكلما تقدم بها العمر علي النبات حتى تصل إلي درجة خاصة من الصلابة عند اكتمال نموها. وتزداد ليونة الثمار أثناء نضجها حتى تصبح مستساغة سهلة الأكل. لقد استخدمت هذه الظاهرة من مدة كبيرة لتحديد صلاحية الثمار للقطف واستعمل ضغط إصبع الإبهام علي الثمرة لمعرفة مقدار صلابتها إلا أن لاختلاف درجة إحساس الأفراد المختلفون بمقاومة الثمار أدي إلي عدم دقة القياس مما جعل الباحثون يفكرون في إيجاد وسيلة ثابتة لقياس هذه الصلابة ولقد ابتكرت أجهزة كثيرة لقياس الصلابة أدقها الجهاز المعروف باسم Tester magness % Taylor pressure (D. Ballauf type) وهذا الجهاز يركب باختصار من أنبوبة أسطوانية مجوفة من المعدن مثبت بقاعها

أحد أطرفها زنبرك ذو مقاومة خاصة يتصل من طرفة الآخر بساق من الصلـــب يبرز جزء منه خارج الأنبوبة ومن فتحتها العلوية يوجد مكان اتصـــال الزنـبرك بالساق مؤشر خار يتحرك داخل فجوة في السطح الجانبي للأنبوبـــة ويلاحــظ أن جانبي الفجوة مدرجان من أعلي إلي أسفل من صفر غلي ٣٠ بحيث يكون المؤشر أمام الصفر في الحالة الساكنة للجهاز وأمام الـ ٣٠ عند الضغــط علــي الســاق وبالتالي علي الزبنرك إلي أقصى حد ممكن – ويركب علي ســاق الجــهاز مــن الناحية الأخرى ثواقب Plungers ذات أقطار من ٣/١٦ إلي ٧/١٦ من البوصة.

وعند استخدام الجهاز يركب به الثاقب المناسب ويمسك باليد اليمنـــي ثــم يمسك بالثمرة بعد تقشيرها أو دون تقشير باليد اليسرى ثم يدفع بالثاقب داخل لحــم الثمرة لعمق ٥/١٦ من البوة وتؤخذ قراءة المؤشر وتكرر هذه العملية عدة مــرات ويؤخذ متوسط القراءات (الجهاز السابق مصنوع بطريقة بحيث تظهر تدريجاتـــه مقدار الضغط الذي يقع علي البوصة المربعة الواحدة من ســـطح الثمــرة لكـــي يخترقها الثاقب لعمق معين.

**ويؤثر في صلابة الثمار النامية أشياء عديدة منها:**

١- حجم الخلايا: فكلما كبر حجم الخلايا كلما قلت صلابة الثمرة.

٢- سمك وتركيب جدر خلايا الثمار: فكلما ازداد سمك الجـــدر كلمـــا ازدادت الصلابة.

٣- مدي تحلل البكتينات الغير ذائبة: فكلما ازداد تحللها إلي بكتينات ذائبة كلمـــا قلت صلابة الثمار.

**إلا أن العوامل الخارجية قد تؤثر علي درجة صلابة ثمار نفس النوعي والتي في عمر واحد ومن أهم هذه العوامل:**

١) درجة حرارة الجو: فقد وجد أن الثمار النامية في جو مرتفع الحرارة تكـــون أكثر صلابة من الثمار النامية في جو منخفض الحرارة.

٢) درجة حرارة الثمار أثناء عملية القياس: وجد Hartman ومساعدوه أن درجة مقاومة الثمار للضغط تكون أقل بحوالي ٣٠% على درجة ٩٠ °ف منها على درجة ٣٢ °ف.

٣) الرطوبة الجوية: وجد أن الثمار النامية في مناطق منخفضة في الرطوبة تكون أكثر صلابة من الثمار النامية في منطقة ذات رطوبة عالية.

٤) وجد أن العوامل التي تزيد من معدل نمو الثمار مثل زيادة الري والتسميد وغيره تقلل من صلابة الثمار.

٥) كمية المحصول كلما زادت كمية المحصول الذي تنتجه الشجرة الواحدة كلما قلت سرعة نمو الثمار وبالتالي ازدادت صلابتها.

وفيما يلي جدول يبين التغير في صلابة ثمار الكمثري الليكونت أثناء نموها في منطقة الجيزة (العزوني – استينو):-

| عمر الثمرة باليوم | الصلابة |
|---|---|
| ٠% | ٣٠,٠ رطلاً/ البوصة المربعة |
| ٧٧ | ٢٩,٠٠ |
| ٨٤ | ٢٦,٣٠ |
| ٩١ | ٢٣,٢٥ |
| ٩٨ | ١٨,٣٥ |
| ١٠٥ | ١٧,٨٠ |
| ١١٢ | ١٧,٩٠ |
| ١١٩ | ١٦,٠ |
| ١٢٦ | ١٤,٢٥ |
| ١٣٣ | ١٢,٩٠ |

## التغيرات التي تحدث في معدل تنفس الثمار

تتنفس الثمار أثناء نموها علي الأشجار وبعد قطفها منها مثلما يتنفس أي كائن وعملية التنفس هذه عبارة عن احتراق للسكريات الموجودة بالثمرة ينتج عنها ك أ٢ وماء وطاقة تستخدم في العمليات الحيوية اللازمة لاستمرار حياة الثمار.

والتنفس العادي للثمار وهو يطلق عليه التنفس الهوائي يمكن تمثيله أي كائن وعملية التنفس هذه عبارة عن احتراق للسكريات الموجودة بالثمرة ينتج عنها ك أ٢ وماء وطاقة تستخدم في العمليات الحيوية اللازمة لاستمرار حياة الثمار.

والتنفس العادي للثمار وهو ما يطلق عليه التنفس الهوائي يمكن تمثيله بالمعادلة الآتية: ك٦ يد١٢ أ٦ ==< ٦ك أ٢ + ٦ يد٢ أ + طاقة (٦٧٨٠٠٠ سعراً).

وقد يحدث نتيجة لغياب الأوكسجين من الجو المحيط بالثمار أن تتولد الطاقة نتيجة لتخمر الثمار لكتيكيا أو كحوليا وهو ما يطلق عليه اسم التنفس اللاهوائي ويمثل بالمعادلة الآتية:

ك٦ يد١٢ أ٦ ==< ٢ك٢ يد٥ أيد + ٢ك أ٢ + طاقة (٥٠,٠٠٠سعراً).

ويجب إلا يتبادر إلي الأذهان أن عملية التنفس تتم بالسهولة الممثلة في المعادلات السابقة بل تتم نتيجة لحدوث عمليات كيميائية حيوية معقدة كثيرة لا مجال لذكرها بالتفصيل هنا غير أنه يمكن تلخيصها في الآتي:

### أولا: المرحلة اللاهوائية للتنفس:

تتم هذه المرحلة بعيدا عن الهواء وفيها يتحول السكر السداسي (الجلوكوز) إلي جزئين من حامض البيروفيك بعد حدوث تغيرات عديدة فيه يتحد خلالها جزئيات من الفوسفور يحصل عليها من مادة Adenosine triphosphate ثم يفقدها ويساعد علي إتمام حدوث هذه التفاعلات إنزيمات متعددة من مجموعة الفسفورليزات والأنزيمات الفاصلة.

ثانيا:

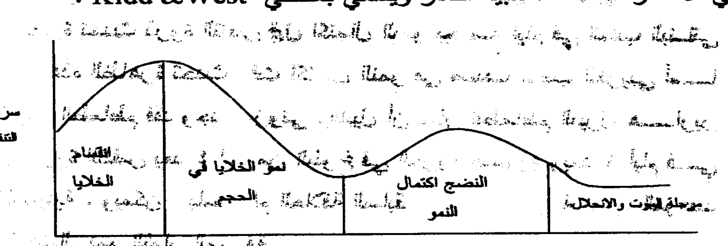
أ- قد تكون المرحلة الثانية للتنفس مرحلة هوائية وفيها يتحول حامض البيروفيك إلي ك أ٢ وماء وذلك خلال تفاعلات عديدة تشترك فيها الكثير من الأحماض النباتية وتتم أثناء دورة كريب وبدخول الأوكسجين الجوي في التفاعل.

٢- أو تكون هذه المرحلة لاهوائية وفيها يحدث غالبا تخمر كحولي لحامض البيروفيك يتولد عنه كحول إيثايل وك أ٢.

**سرعة التنفس**

يمكن تعريف سرعة تنفس الثمار بأنها كمية أو حجم أ٢ المستخدم في تنفس وزن معين من الثمار في زمن معين – أو يمكن اعتبارها كمية أو حجم ك أ٢ المنبعث من هذا الوزن المعين في وحدة الزمن المعينة.

تختلف سرعة تنفس الثمار أثناء نموها من صنف إلي آخر كما أن سرعة هذا التنفس تختلف بالنسبة لعمر الثمار وقد أجريت أبحاث عديدة لتقدير سرعة تنفس الثمار في أعمارها المختلفة وبالنسبة لأنواع عديدة من الثمار في معاهدنا العملية وفي الخارج – وبالرسم البياني التالي يمثل المنحني المثالي لسرعة التنفس في الأعمار المختلفة لغالبية الثمار ويسمى بمنحني Kidd &West.



وبدراسة المنحني البياني السابق ومقارنة ما يحدث به بالتغيرات التي تحدث بالثمار يمكن ملاحظة الآتي:

١)يزداد معدل سرعة التنفس في المرحلة الأولى وقد وجد أن هذه المرحلة توافق مرحلة انقسام خلايا الثمرة وزيادتها في العدد.

٢)يبدأ المنحني في الانخفاض نتيجة لانخفاض سرعة التنفس تدريجياً في المرحلة الثانية وهي مرحلة اتساع الخلايا في الحجم.

٣)تبدأ المرحلة الثالثة بعودة المنحني البياني إلي الارتفاع ثانية حتى يصل غلي أقصي ارتفاع في هذه المرحلة ويطلق علي هذه الذروة في الارتفاع باسم Cliamactaric ثم يعود إلي الانخفاض.

وقد أجريت أبحاث عديدة لتحديد العلاقة بين اكتمال الثمار وبين الكلايماكتريك وفي رأي Kidd & West أن ثمار التفاح تصل إلي مرحلة البلوغ مع قمة الكلايماكتريك وأن هذا الارتفاع معناه أن الثمار في أقصى حالة من النشاط الأنزيمي والتنفس لها وهذا في رأيهم يحدث وقت بلوغها أما العزوني والبروقوقي فيجزمان بأن اكتمال نمو اليوسفي في منطقة الجيزة يحدث قبل الوصول إلي ذروة الارتفاع بـ ١٤ يوما. وقد أظهر بحث العزوني وأن ذروة التنفس تحدث عند نضج ثمار الكمثري الايكونت والهود وأن الثمار يكتمل نموها وقت حدوث الذروة. أما بالنسبة لثمار العنب فقد وجد العزوني والمهدي أنه تحت ظروف الجيزة تحدث ذروة التنفس قبل اكتمال النمو بخمسة أيام في العنب البناتي في حين أن هذه الظاهرة تحدث وقت اكتمال النمو في صنف العنب الغريبي أما بالنسبة لثمار الطماطم فقد وجد العزوني وقابيل أن ثمار الطماطم البيرل هاربر تصل إلى ذروة التنفس بعد ٤ أيام من البلوغ في العروة الشتوية وبعد ٦ أيام في العروة الصيفية . ويمكن باستخدام العلاقة السابقة بشيء من الدقة تحديد الموعد المنتظر لاكتمال نمو الثمار المختلفة .

٤) تتميز المرحلة الرابعة بقلة معدل التنفس نتيجة لهدم الأنسجة الثمرية وقلة النشاط الأنزيمي والتنفس لها .

**كيفية قياس سرعة التنفس في الثمار :**

لقياس سرعة تنفس الأجزاء النباتية المختلفة يجرى تقدير كمية أ$_2$ المستخدم في التنفس أو ك أ$_2$ المتولد منها . ومن الواجب عمل اللازم أثناء التقدير لمنع حدوث عملية التمثيل الضوئي وبالتالي استهلاك جزء من ك أ$_2$ مما يؤدى إلى اختلال عملية القياس وللتغلب على ذلك تجرى عملية التقدير في الظلام لمنع حدوث التمثيل . وتوجد طرق عديدة للقياس منها الطريقة المانومترية الدقيقة التي يستخدم فيها جهاز Warburg إلا أن صغر حجم حجرة التنفس في الجهاز لا تسمح بإجراء التقدير على الثمار الكبيرة الحجم .كذلك تستخدم أجهزة الـ Gas analysers وهى أجهزة مرتفعة الثمن لا توجد إلا في المعامل الكبيرة -ومن أسهل الطرق وأكثرها استخداما مع ثمار الفاكهة و الخضر الطريقة المعروفة باسم طريقة التيار الهوائي المستمر والجهاز الذي يستخدم في هذه الطريقة يتركب من وعاء محكم (أنظر الرسم ) أسود اللون وفتحتان جانبيتين ويوضع هذا الوعاء داخل حمام مائي ذو درجة حرارة ثابتة طول مدة القياس وتتصل إحدى فتحتي الغرفة بزجاجات وأنابيب كالمبينة بالشكل في الرسم تستخدم لامتصاص ك أ$_2$ من الهواء الجوى وتوصل الفتحة الثانية بأنبوبة من أنابيب بتكوفر Pettenkofer وعند تشغيل الجهاز تثبت درجة الحمام المائي وتملأ أنبوبة البنتكوفر بكمية معلومة الحجم من ايدروكسيد الباريوم معلوم القوة والمعامل ثم توضع الثمرة المراد تقدير تنفسها داخل غرفة التنفس التي يحكم قفلها ثم يمرر الهواء داخل الجهاز فيمر أولا على الأنبوبة الأولى والدورق الأول فيخلو تماما من ك أ$_2$ ويتأكد من خلوة بعدم تعكيره بماء الجير في الدورق الثاني ثم يمر الهواء خاليا تماما من ك أ$_2$ في غرفة تنفس الثمار ويخرج منها محملا ب ك أ$_2$ الناتج عن عملية التنفس ثم يمرر في ماء البريتا (أيدروكسيد الباريوم) الموجود في الأنبوبة فيتحد ك أ$_2$ مكونا كربونات باريوم راسبة بعد مدة معينة من الزمن تنقل محتويات الأنبوبة كميا إلى دورق

مخروطي ويعادل أيدروكسيد الباريوم الفائض باستخدام حـــامض ايدروكلوريـــك ١٠/١ عيارى .

يمرر في نفس الوقت في غرفة خالية من الثمار تيار هوائي مثـــل الـــذي يمرر على الثمار يستقبل في أنبوبة باتنوكفر خاصة بها في نفس كمية أيدروكســيد الباريوم ثم يعادل الايدروكسيد في نهاية المدة . ويمكن تقدير كمية ك أ$_{٢}$ الناتج مـن التنفس في زمن التجربة باستخدام المعادلة :

كمية ك أ$_{٢}$ = ح×ع×٢٢

حيث ح =الفرق بين كمية الحامض المستخدمة في تعادل التجربتين .

ع=قوة الحامض في المعايرة .

٢٢= الوزن المكافئ ك أ$_{٢}$

معمل التنفس .R.Q

يعرف معمل التنفس بأنة النسبة بين ك أ$_{٢}$ الناتج و الأوكسجين المستخدم في عمليـة التنفس

$$\frac{\text{ك أ}_{٢}}{\text{أ}_{٢}}$$

ويكون هذا المعامل في حالة استخدام السكريات في التنفس واحد وهو الغالب لأنــه ينتج جزئ واحد من ك أ$_{٢}$ من كل جزئ أ$_{٢}$ يستخدم في التنفس .

ك$_{٦}$يد$_{١٢}$أ$_{٦}$+ ٦أ$_{٢}$ ===> ٦ك أ$_{٢}$+٦يد$_{٢}$(=١)

أما إذا استخدم الدهن ( حامض الستريك مثلا في التنفس فيكون هـــذا المعـــدل ٠,٧ لأنه ينتج ١٨ جزئ من ك أ$_{٢}$ من كل ٢٦ جزئ أ$_{٢}$ .

ك$_{١٨}$يد$_{٣٦}$أ$_{٢}$ +٢٦أ$_{٢}$ ===> ١٨ك أ$_{٢}$ + ١٨يد$_{٢}$أ (١٨/٢٦=٠,٧)

أما إذا استخدمت الأحماض العضوية فيكون هذا المعدل أكثر من الواحد ففي حالـة حامض الماليك يكون ١,٣٣ نتيجة لتولد ٤ جزيئات ك أ$_{٢}$ من كل جزئ أ$_{٢}$

ك$_{٤}$يد$_{٦}$أ$_{٥}$ +٣أ$_{٢}$ ===> ٤ك أ$_{٢}$+٢يد$_{٢}$أ (٤/٣=١,٣٣)

كما أن معامل التنفس قد يتغير نتيجة لعوامل أخرى منها:

١- بدء حدوث التنفس اللاهوائى : نتيجة لقلة $أ_٢$ المستخدم فيزيد المعدل عن الواحد.

٢- ارتفاع درجة الحرارة يؤدى إلى سرعة عملية التنفس وزيادة استهلاك $أ_٢$ و بالتالي قلة المعدل عن الواحد.

العوامل التي تؤثر على سرعة تنفس الثمار:

**أولا : عوامل داخلية :**

**١-نوع الثمار :**

**تختلف أنواع الثمار في سرعة تنفسها فبعضها مثل الشليك يزيد تنفسه كثيرا عن البعض الآخر (التفاح مثلا) وهناك فكرة عامة بأنه كلما كانت سرعة تنفس الثمار كبيرة كلما كانت قابليتها للتخزين قصيرة .**

**٢-عمر الثمار :**

تختلف سرعة تنفس الثمار باختلاف عمرها وقد سبق إيضاح سرعة تنفس الثمار في أعمارها المختلفة .

**٣- وجود جرح بالثمرة :**

وجد أن وجود جرح أو تهشم بأنسجة الثمرة يسرع من سرعة تنفسها .

**٤- نسبة الرطوبة بالثمرة :**

وجد أن سرعة التنفس تزداد بزيادة محتويات الثمرة من الرطوبة .

**ثانيا : عوامل خارجية :**

وهى التي تتعلق بعوامل موجودة خارج الثمرة ومنها :

١- **درجة الحرارة :** وجد أن سرعة التنفس تزداد بارتفاع درجة الحرارة إلا أن هذه الزيادة لا تكون طردية بل تتبع معادلات خاصة .

٢- **نسبة أ$_2$ في الجو المحيط** : تزداد سرعة التنفس الثمار بازدياد نسبة أ$_2$ في الجو المحيط.

٣- **نسبة ك أ$_2$ في الجو المحيط** :زيادة نسبة ك أ$_2$ في الجو المحيط تؤدى إلى قلة سرعة التنفس .

٤- **الغازات المنبعثة من الثمار** : لوحظ أن لكثير من الغازات، الناتجة كناتجات ثانوية من عملية التنفس مثل الغاز الايدروكربونية الغير مشبعة لها خاصية إسراع عملية التنفس

٥- **الأصل المستخدم في التطعيم** : وجد أن للأصول المنشطة أثر في إسراع عملية التنفس على الفصول المقصرة .

٦- **العمليات الزراعية** : وجد أن لبعض العمليات الزراعية مثل التسميد والري وعمليات الخدمة أثر على عملية التنفس .

## التغيرات الكيميائية التي تحدث في الثمار أثناء نموها

تتكون المركبات الكيميائية في أجزاء النبات المختلفة ثم تنتقل منـــها عـــن طريق اللحاء إلي الثمار حيث تتحول إلي أنسجه أو تختزن داخل الأنسجة وسنذكر فيما يلي باختصار تام ملخصا لأهم الكيميائية التي تدخـــل فـــي تركيـــب الثمـــار والتغيرات التي تحدث بها أثناء النمو.

### الماء:

يتغير الماء من أهم المكونات الكيميائية للثمار ويرتبط المـــاء بكثـــير مـــن التفاعلات الكيميائية التي تحدث بالثمار ويدخل في تركيب الـــبروتوبلازم الحـــي للخلية ويستعمل كمذيب تنتقل خلاله المركبات الغذائية من أجزاء النبات المختلفـــة إلي الثمار بالانتشار الازموزى وتزداد كميه الماء بالثمرة كلما تقدمت في النمـــو ونظرا لكبر حجم الخلايا وامتلاء فجواتها بالماء وقد تستمر نسبة الرطوبـــة فـــي الزيادة حتى اكتمال النمو كما هو الملاحظ في كثير من الخضر أو قد تبدأ في القلة في أواخر موسم النمو نتيجة لتراكم بعض المركبات في أنسجة الثمرة بدرجة تزيد عن اختزلنهما للماء كما هو الملاحظ في كثير من أنواع الفاكهة.

### المواد الصلبة الكلية:

وهو عبارة عن الوزن الجاف للثمرة بعد تجفيفها من الماء وتختلف نســـبة المواد الصلبة في الثمار بحسب نوعها وبحسب عوامل أخرى خارجية كثيرة مثـــل الجو والرطوبة الأرضية وغير ذلك وتزداد كمية المـــواد الصلبـــة فـــي الثمـــرة باستمرار أثناء نموها نظرا لتراكمها بها.

### المواد الصلبة الذائبة:

وهى عبارة عن الجزء الذائب في الماء من المواد الصلبة ويكـــون غالبـــا عبارة عن مجموعة من السكريات والمواد الصمغية والراتنجية وتـــزداد المـــواد الصلبة الذائبة في الثمرة بتقدم نموها وكذلك تزداد كبيرة أثناء نضجها وتختلف هذه المواد في ثمار الصنف الواحد اختلافا كبيرا باختلاف ظروف النمو، لـــذا نجدهـــا

تختلف من حقل لآخر ومن سنة لآخر خوخ (١٠-٨٠%) عنب (١٠-١٤%) الموالح (١٠-١٦%).

**الكربوهيدرات:**

**النشا:**

تبدأ الثمار في تخزين النشا في خلايا بابتداء مرحلة كبر الخلايا في الحجم ويزداد تركيز النشا بها كلما ازدادت في النمو وحتى قرب مرحلة اكتمال النمو حيث يبدأ في القلة نظرا للتحول إلي سكريات ففي ثمار التفاح يتراكم النشا في أوائل عمر الثمرة نتيجة لانتقال جزء كبير من السكريات الأحادية من الأوراق بالإضافة إلي جزء صغير يتكون بالثمرة ويتحول إلي نشا وبنمو الثمرة علي الشجرة يتحلل جزء من النشا إلي سكريات ويكون ذلك في الأسابيع التي تسبق الجمع ويستمر هذا التحلل بعد الجمع. وتخلو الثمار ذات النواة الحجرية عند اكتمال النمو وفي مرحلة النضج من السكر تقريبا وكذلك بعض أصناف الكمثرى أما ثمار الموز فتبقى بها كمية واضحة من النشا عن اكتمال النمو وبالنسبة لثمار الخضر فتبقى ببعض الثمار كمية كبيرة منه عند النضج مثل درنات البطاطس والبطاطا والقلقاس أو تتفاوت هذه النسبة في بعض الثمار الأخرى.

**السكريات:**

تمثل السكريات الكلية (السكروز – السكريات المختزلة) الجزء الأكبر من المواد الذائبة في الثمار وتزداد نسبتها باستمرار تقدم الثمرة في العمر ويزداد تركيز السكريات في مرحلة النضج ثم تقل في مرحلة الانحلال. أما السكريات المختزلة مثل الجلوكوز والفركتوز فان نسبتها تزداد بتقدم عمر الثمار غير أنها لا تتغير كثيرا أثناء مرحلة النضج.

**الأحماض العضوية**

يختلف الحمض السائد في الثمرة باختلاف نوعها وعمرها تقل النسبة الكلية للحموضة بتقدم عمر الثمار نظرا لازدياد كمية الماء بها وتخفيفها للمحتوى

الحامضى لها وكذلك يقل الإحساس بحموضة الثمار نظرا لازدياد نسبة السكريات بها.

**المواد البكتينية:**

تزداد نسبة المواد البكتينية الذائبة بتقدم الثمار في العمر وأثناء النضج نتيجة لتحلل البكتينات الغير ذائبة.

**البروتينات:**

تزداد كميتها ونسبتها المئوية أثناء طور انقسام الخلايا ثم تزداد الكمية وتقل النسبة ذلك لفترة أثناء نمو الثمار ثم تبقى ثابتة بعد ذلك.

**الدهون والشموع**

تزداد كميتها بتقدم الثمرة في النمو

**الأملاح المعدنية:**

تزداد كميتها في أول مراحل النمو ثم تقل نسبتها تدريجيا نظرا لازدياد نسبة المواد الأخرى.

**الفيتامينات:**

تزداد الكمية بازدياد النمو ثم تقل النسبة نتيجة لتراكم مواد أخرى وازدياد نمو الثمرة وتبقى ثابتة غالبا أثناء النضج.

**المواد المرة والقابضة:**

تختفي غالبا أثناء النضج نتيجة لتحللها إلي مواد ابسط تكوينا.

**المواد المسببة للطعم والنكهة:**

غالبا ما تكون زيوت طيارة أو أسترات مختلفة تسبب الطعم المميز والرائحة المميزة وتزداد هذه المواد عند النضج حيث يظهر الطعم والرائحة المميزة للمثار بدرجة واضحة.

## جمع وتجهيز الثمار

جمع الثمار

**تحديد موعد جمع الثمار:**

علمنا مما سبق دراسته أن الثمار تمر بتغيرات كثيرة أثناء نموها وحتى مرحلة اكتمال النمو Maturity وفيها تصل الثمار إلي اكبر نمو ممكن ويصبح تركيبها بدرجة تسمح بحدوث تغيرات النضج والتي تؤدي إلي نضج الثمار نضجا كاملا بحيث تكون صالحة للاستهلاك الطازج. وقد وجد من الأبحاث العديدة التي أجراها الكثير من الباحثين أن جمع ثمار الفاكهة والكثير من ثمار الخضر قبل هذه المرحلة لا يجعلها تصل إلي حالة النضج أبدا ويمكن ملاحظة ذلك في حالة ثمار الفاكهة التي تسقط من الأشجار قبل اكتمال نموها فهذه الثمار قد تتكون وتلين إلا أنها لا تصل إلي الحد الأمثل من النضج أبدا. ومن هنا كان من الأهمية بمكان تحديد موعد اكتمال نمو الثمار بدقة قبل جمعها حيث أنه من الواجب عدم جمعها قبل الوصول إلي هذه المرحلة إلا في حالة بعض ثمار الخضر مثل الخيار والكوسة والتي يمكن فيها استهلاك ثمار في مراحل نمو مختلفة وعموما فان ثمار الفاكهة وغالبية الخضر يمكن جمعها في أي وقت بعد اكتمال نموها وقبل وصولها إلي مرحلة الشيخوخة والانحلال ويتحكم في هذا الموعد الطريقة التي ستسوق بها الثمار فينصح بجمع الثمار بمجرد اكتمال نموها إذا كانت سريعة العطب وعندما كانت تنتقل لأسواق بعيدة أو سيجرى تخزينها أما إذا ما أريد تسويق في أسواق قريبة أو إذا كانت ستصنع فتترك علي النبات ولا تجمع إلا إذا ما وصلت إلي مرحلة النضج.

ولإثبات أهمية تحديد اكتمال النمو تجمع ثلاث مجاميع من ثمار صنف ما: تتميز ثمار المجموعة الأولى بأنها لم تبلغ مرحلة النمو بعد أما ثمار المجموعة الثانية فتكون متعدية لمرحلة اكتمال النمو ولم تنضج بعد أما المجموعة الثالثة فتكون ذات ثمار ناضجة. ثم تحفظ هذه الثمار في جو الغرفة العادي لمدة مناسبة .

وتفحص بعد ذلك فيلاحظ أن ثمار التي سبق جمعها قبل اكتمال نموها قد انكمشت وأصبحت رديئة الطعم ولم تلون تلوينا مناسبا أما الثمار التي جمعت بعد مرحلة اكتمال النمو مباشرة فإنه يمكن حفظها لمدة مناسبة أو تنضج وتصبح صالحة للأكل أما الثمار التي جمعت ناضجت فتعطب وتصل إلي مرحلة الانحلال بسرعة.

**كيف يمكن تحديد درجة اكتمال النمو:**

تحدد درجة اكتمال النمو في الأصناف المختلفة من الثمار بعد إجراء أبحاث عملية متعددة في محطات الأبحاث المختلفة وتنتهي هذه الأبحاث غالبا بتسجيل مواصفات خاصة لكل صنف من الأصناف ويمكن القول بان الثمار هذا الصنف تصل إلي اكتمال نموها إذا ما أصبحت مميزاتها وتركيبها مماثلة لهذه المواصفات ويجب تحديد عدد غير قليل من المواصفات التي تتعلق بصفات ظاهرية وداخلية للثمار والربط بين هذه الصفات حيث أن الاعتماد علي صفة معينة علي حدة قد يؤدي إلي الخطأ ومن أهم الصفات التي يمكن أخذها في الاعتبار الأتي:

١- **حجم الثمار:** من الممكن الربط بين درجة نمو نوع معين من الثمار ووصولها إلي حجم معين – غير أن الجو وخصوبة التربة وعدد الثمار التي تحملها الشجرة قد يؤثر تأثيرا كبيرا علي حجم الثمار وبالتالي قد تصل الثمار إلي اكتمال نموها في حجم يصغر أو يكبر عن الحجم السابق تعيينه.

٢- **الشكل:** قد يساعد وصول الثمار إلي شكل معين علي معرفة موعد اكتمال نموها- غير أن هذا القياس قد يخطأ نظرا لتأثير عوامل متعددة علي شكل الثمار قد يفيد ظهور بعض التغيرات في الشكل مثل استدارة أصابع الموز في تحديد موعد اكتمال النمو.

٣- **اللون:** يمكن القول بان تحول لون جلدة الثمار إلي الأصفر القشي وهو آخر مراحل التغير في اللون الأساسي يعتبر أحد علامات اكتمال النمو وقد تعتبر درجة تلون لحم الثمرة أحد هذه العلامات إلا أنه من المعروف أن عوامل

كثيرة تؤثر علي التلوين لذا قد تصل الثمار إلي درجة اكتمال النمو في ظروف خاصة دون أن تصل إلي درجة التلوين المحددة أو العكس.

٤- **سهولة انفصال الثمار من الأشجار**: قد يعتبر بعد المزارعين أن سهولة انفصال الثمار عن الأشجار علامة طيبة من علامات اكتمال النمو وفي الحقيقة أن الثمار قد تبلغ هذه الحالة وهي علي درجة عالية من النضج إلا أنه نتيجة لبعض الأبحاث قدرت مقدار القوة اللازمة لانفصال الثمار في العمر وأمكن تحديد مقادير القوة اللازمة لفصل الثمار عند اكتمال النمو ومن الواجب ملاحظة أنه يسهل انفصال الثمار عن النباتات عند سوء الظروف الجوية قبل اكتمال النمو مما يؤدي إلي حدوث تساقط غير طبيعي للثمار.

٥- **جفاف عنق الثمرة**: قد يعتبر بدء جفاف عنق الثمرة من علامات اكتمال النمو في القرعيات.

٦- **حساب عدد الأيام بعد التزهير**: يتخذ حساب عدد الأيام التي تتقضى من يوم التزهير حتى اكتمال النمو كمقياس لتحديد هذه الدرجة فقد وجد مثلا أن الكمثرى اليكونت تحتاج إلي ١٣٣ يوما والتفاح ١٤٠-١٦٠ يوما غير أن هذه المدة قد تتأثر بدرجة الحرارة السائدة في موسم النمو فإذا قلت ازدادت هذه المدة أما إذا زادت فستقل المدة نتيجة لأن كل صنف من الثمار يحتاج لكمية ثابتة من الحرارة لنموه.

٧- **عدد الأيام من يوم الزراعة**: يساعد حساب عدد الأيام من يوم الزراعة حتى اكتمال النمو في تحديد هذه الدرجة في كثير من أصناف الخضر ويوضح الجدول التالي عدد الأيام التي تنقضي من يوم الزراعة حتى اكتمال النمو في بعض محاصيل الخضر.

| | | | |
|---|---|---|---|
| البصل | ٨٥-١٢٠ | القلقاس | ٢١٠-٢٧١ |
| الثوم | ١٨٠ | البطيخ | ٩٠-١٢٠ |
| الكرنب | ٦٢-١١٠ | البطاطس | ٩٠-١٢٠ |
| الباذنجان | ٩٠ | الخس | ٦٠-٨٥ |
| البطاطا | ٨٥-١٢٠ | الطماطم | ٩٠-١٥٠ |
| الجزر | ٦٠-٨٥ | | |

٨- **ليونة اللحم:** تعتبر الدرجة التي تصل إليها صلابة لحم الثمار أحد العلامات التي يمكن تقدير اكتمال النمو علي أساسها وفي الغالب تحدد درجات صلابة الأنواع المختلفة من الثمار عند اكتمال النمو بالنسبة للمناطق والأراضي المختلفة حيث أن هذه الدرجة تختلف من منطقة لأخرى ويأثر عليها نوع التربة وبعض العوامل التي تتعلق بها.

٩- **نسبة العصير لمكونات الثمرة:** قد تتخذ هذه الصفة أساسا لتقدير اكتمال النمو في ثمار الموالح حيث تعتبر ثمار اليوسفي مكتملة النمو عندما تبلغ نسبة العصير لباقي المكونات ٤٠% أما ثمار الليمون المالح فتعتبر مكتملة للنمو عندما تبلغ نسبة العصير ٥٣-٦٠%.

١٠- **الكثافة النوعية:** في بعض الثمار التي تظهر بداخلها فجوة كبيرة قرب اكتمال النمو يمكن اعتبار قلة الكثافة النوعية للثمرة في ذلك الوقت من علامات اكتمال النمو.

١١- **اكتمال تكوين الأجزاء البذرية:** يمكن اعتبار تصلب الغلاف البذري في ثمار بعض أنواع المانجو دليلا علي اكتمال النمو – كما قد يدل تلون البذور وتصلبها في البطيخ علي الوصول إلي هذه الدرجة.

١٢- **دراسة بعض الصفات الكيمائية لثمرة:** قد يساعد معرفة التركيب الكيميائي للثمار المكتملة النمو علي تحديد بعض المواصفات التي تساعد علي تحديد هذه الصفة فقد يدل اختفاء النشا في بعض ثمار التفاح علي وصولها إلي حالة اكتمال النمو كما أن تقدير نسبة السكر: الحامض أو المواد الذائبة الكلية: الحامض في ثمار الموالح يساعد علي معرفة هذه الدرجة.

١٣- **طعم الثمار:** يمكن اعتبار اكتساب الثمار لطعم معين أحد الوسائل التي يستدل بها علي اكتمال النمو.

**طريقة تحديد اكتمال النمو:**

ولكي يحدد اكتمال نمو الثمار تماما يجرى جمع عينات مناسبة من ثمار معروفة العمر علي فترات متتالية أثناء موسم نموها ثم يجرى علي عدد من ثمار كل عينة من هذه العينات الاختبارات التالية وتسجل نتائج كل اختبار:-

١) **أبعاد الثمار:** تقدر باستخدام القدمة.

٢) **الوزن:** يجرى تقدير الوزن بوزن عدد كافي من الثمار وأخذ متوسط الأوزان.

٣) **الحجم:** يقدر حجم الثمار بطريقة إزاحة حجم مماثل من الماء ثم قياس هذا الحجم.

٤) **اللون:** يجرى تقدير اللون أما باستخدام كراسات الألوان **color charts** أو أجهزة لقياس الضوئي .Colorimeters

٥) **كمية العصير ووزنه:** يستخرج عصير الثمار ثم يقاس حجمه ويوزن.

٦) **لون العصير:** يقدر لون العصير بنفس الطريقة المستخدمة في قياس لون الجلدة.

٧) **درجة تكون البذور:** تسجل الملاحظات التي تلاحظ علي درجة تكون الأجزاء البذرية المختلفة ودرجة تلوينها.

٨) **صلابة الثمار:** تقدر صلابة الثمار باستخدام جهاز تقدير الصلابة.

٩) تقدير المواد الذائبة الكلية T.S.S يجرى تقدير المواد الذائبة الكلية في العصير باستخدام ايدرومتر مناسب أو بواسطة جهاز Refractomter.

١٠) **تقدير السكريات:** تقدير السكريات المختلفة بطرق عديدة ومن الواجب استخدام طريقة سهلة دقيقة سريعة لأجراء هذا التقدير.

١١) **النشا:** يجرى اكتشاف وجود النشا وصفيا بواسطة اليود وكميا باستخدام طـرق مختلفة.

١٢) **الطعم:** يجرى تذوق الثمار بواسطة عدد من الباحثين ويسجل رأيهم في طعمـها وبعد إجراء التقديرات السابقة علي بعض الثمار العينة تحفظ باقي الثمار فـي مكان مناسب وتلاحظ باستمرار فإذا نضجت نضجا مناسبا دل ذلـك علـي أن هذه العينة مكتملة النمو وتسجل نتائج الاختبارات السابقة علي إنها مواصفـات الثمار المكتملة النمو لهذا النوع من الثمار.

**كيف يستطيع المزارع العادي معرفة اكتمال نمو ثماره:**

من الواجب أن يكون مزراعي الخضر والفاكهـة علـي درايـة كبـيرة بمواصفات اكتمال نمو ثمار الأصناف المختلفة ويتأتى ذلك بواسطة جهاز الإرشاد الزراعي في المنطقة الذي يجب عليه تزويد المزارعين بنشرات خاصة يسجل فيها مواصفات اكتمال نمو ثمار الأصناف السائد زراعته بمنطقته وعلي المـزارع أو الجمعيات التعاونية للزراع أن تجرى علي الثمار اختبارات بسيطة في نهاية موسم النمو مثل تقدير الصلابة والمواد الذائبة الكلية واللون والحجم وبالربط بين النتـائج هذه الاختبارات ومقارنتها بالمواصفات الثابتة يمكن تحديد موعد اكتمـال النمـو وبالتالي موعد جمع الثمار بالضبط.

**طرق جمع الثمار:**

**يجب مراعاة الشروط الآتية عند جمع الثمار:**

١- أن تكون الثمار قد تعدت مرحلة اكتمال النمو وفي درجة النضج المناسبة.

٢- عدم الأضرار بالأنسجة الثمرية أثناء الجمع.

٣- المحافظة علي الثمار بعد الجمع لا يحدث في أنسجتها أي ضرر أو خدش

**وتوجد عدة طرق لجمع الثمار منها:**

١- هز الأشجار واستقبال الثمار الساقطة فوق قطعة من القماش أو أوراق جرائد توضع فوق سطح الأرض أسفل الشجرة ولا ينصح باستخدام هذه الطريقة إلا في أضيق الحدود نظرا الضرر الذي يتسبب الثمار عند اصطدامها بالأرض عند سقوطها – ولا تتبع هذه الطريقة غالبا إلا مع بعض الثمار الصغيرة التي يصعب جمعها مثل الزيتون.

٢- فصل الثمار باليد وفي هذه الحالة يجب مراعاة عدم جذب الثمرة بشدة بطريقة تسبب تمزق الأنسجة المحيطة بالعنق بل من الواجب ثني الثمرة برفق في اتجاه واحد مع لضغط عليها لأعلى وتستخدم هذه الطريقة مع الثمار ذات العنق الغير صلب مثل الخوخ والبرقوق والمشمش.

٣- قطف الثمار بقاطفات ثمار خاصة بجزء قصير من العنق وتستخدم هذه الطريقة مع الثمار ذات العنق الصلب مثل الموالح والمانجو.

ويلاحظ أنه في الطريقتين السابقتين من الواجب استخدام سلالم خاصة للوصول إلي الأفرع البعيدة عن سطح الأرض كما يجب استقبال الثمار التي يجرى جمعها في أوعية الجمع الخاصة كما يجب ملاحظة أيدي العمال القائمين بالجمع بحيث يكونوا مقصوصي الأظافر وأن يضعوا قفازات خاصة عدم الأضرار بجلدة الثمار.

٤- قطع الحامل الثمري بسكين خاص حاد ويمكن إتباع هذه الطريقة مع البلح والموز والكرنب والخس.

٥- يمكن قطف الثمار البعيدة عن سطح الأرض في حالة الأنواع ذات الثمار الكبيرة مثل المانجو والزبدية بواسطة مقص أفرع عالية أو خطاف مركب أسفله كيس.

٦- يمكن جمع الثمار ذات الجدر الصلبة مثل النقل بضربها بعصي طويلة مركب في أخرها قطع من الكاوتشوك.

٧- يجرى تقليع الدرنات والجذور المتدرنة بفؤوس أو محاريث أو أجهزة خاصة مع ملاحظة عدم الضرار بهذه الأجزاء النباتية أثناء التقليع.

**الأوعية المستخدمة في الجمع:**

١- **أكياس الجمع:** يستخدم في جمع ثمار الموالح والثمار المماثلة أكياس تصنع من قماش سميك تصنع بطريقة تسهل جمعها وتفريغها وتوضع الثمار في هذه الأكياس أثناء الجمع ثم تفرغ بعد امتلائها في أوعية أكبر.

٢- **سلال الجمع:** قد يستخدم في بعض المناطق سلال خاصة للجمع ومن الواجب أن يكون لهذه السلال يد مناسبة حتى يسهل حملها وأن تكون مبطنة بنوع سميك من القماش حتى لا تضر الثمار احتكاكهما بجدران السلة.

٣- **صناديق الحقل:** وهي صناديق كبيرة تصنع من الخشب وتبطن من الداخل بالقماش وتفرغ فيها أكياس الجمع أو سلالة عند امتلائها وبعد امتلاء الصناديق تنقل إلي أماكن التجهيز.

٤- **أوعية التعبئة المباشرة:** وهي عبارة عن أوعية صغيرة تسمح حوالي نصف كيلو من الثمار وتعبأ فيها مباشرة الثمار السبعة التلف مثل الشليك أو الكريز وسيأتي ذكرها فيما بعد.

٥- **الأوعية المحلية:** يستخدم محليا بعض السلال أو المشنات التي تصنع من الخوص أو خشب الحنة إلا أنها ذات عيوب متعددة وستناقش فيما بعد.

## عمليات التجهيز والتعبئة

يقصد التجهيز مختلف للعمليات التي تجرى علي الثمار بعد جمعها لفرز التالف منها وتنظيفها وتوحيد أحجامها وإظهارها في مظهر جذاب أما التعبئة فيقصد بها كيفية وضع الثمار في العبوات المختلفة التي تستخدم في نقلها من مكان

التجهيز إلي أماكن الاستهلاك وعمليات التجهيز والتعبئة قد تجرى في الحقل مباشرة أو أماكن خاصة يطلق عليها اسم بيوت التعبئة.

**التجهيز والتعبئة في الحقل:**

من الواجب إجراء تعبئة الثمار في الحقل مباشرة مع الثمار الرهيفة التي لا تتحمل كثرة التلامس مع الأشياء الصلبة مثل الشليك أو الكريز حيث ترص الثمار بمجرد قطفها بواسطة القائم بعملية القطف في عبوات صغيرة الحجم تسع حوالي ½ كيلو ثم يرص عدد من هذه العبوات (٦ غالبا) في صناديق أكبر حجما يجرى قفلها بعناية ثم تنقل إلي مراكز الاستهلاك مباشر ويجب التنبيه على العمال القائمين بالجمع بعد جمع الثمار الجيد الصفات والتلوين أما الثمار التي لا تتوفر الصفات المطلوبة فتترك لجامعين آخرين وتعبأ تعبئة خاصة وترسل لمصانع الحفظ.

قد يجرى تجهيز بعض الخضر كالخس والكرنب والقرنبيط في الحقل مباشر حيث تنظف من الأوراق الميتة والجافة بقطعها بسلاح حاد ثم ترص في العبوات مباشرة.

تتبع هذه الطريقة حاليا في تجهيز غالبية أنواع الفاكهة وكل أنواع الخضر في بلادنا حيث يجرى فرزها وتنظيفها بعد الجمع بقطع (خرق) غير نظيفة من القماش ثم ترص بدون تدريج في أقفاص أو تغسل ثمار الخضر في القنوات ثم يجرى في تعبئة في أكياس من الجوت أو أقفاص من الجريد ولا ينصح باتخاذ هذه الطريقة إلا في أضيق الحدود للأسباب الآتية:-

١-عدم نظافة الثمار مما يعرض صحة المستهلك إلي الخطر خصوصا إذا رش الثمار بمواد سامة.

٢-تلوث الثمار أثناء التجهيز بالفطريات التي تؤدى إلي أصابتها وقصر مدة تخزينها.

٣-عدم تماثل حجم الثمار في العبوة الواحدة ويعتبر ذلك نوعا من الغش التجاري.

٤-ظهور الثمار بمظهر غير جذاب مما يؤدى إلي عدم بيعها بأسعار مناسبة.

٥-عدم رص الثمار رصا جيدا في العلبة وهذا يؤدى إلي احتكاكها بجدران العبوة أو اصطدامها ببعضها البعض أثناء النقل مما يضرها ضررا بالغا.

## *التجهيز والتعبئة في بيوت التعبئة*

يطلق اسم بيوت التعبئة على المكان الذي يجهز تجهيزا خاصا لتعبئة الثمار بداخلة وبيوت التعبئة نوعان الأول منها ثابت وينشا من مباني ثابتة يجب أن يتوفر فيها حسن الإضاءة والتهوية وإمكان النظافة في اقل فترة من الوقت وبيوت التعبئة الحديثة تبنى بمواصفات خاصة ويستحسن أن تكون مكيفة الهواء أو يجرى تجديد هوائها بهواء نظيف خالي من الأتربة والأوساخ من الواجب أن يتوفر لهذه البيوت مصدر مائي نظيف كما يلحق بها مخازن لتخزين أدوات الثلاجات مبردة لتخزين الثمار وورشة صغيرة لتجميع العبوات. أما النوع الثاني من هذه البيوت فهو متنقل وينشأ من أكشاك خشبية أو سيارات خاصة يسهل نقلها من مكان لأخر والتجهيز والتعبئة في البيوت أما أن يتم بطريقة يدوية صرفه حيث يقوم العمال بأجراء كافة العمليات بأيديهم وفي هذه الحالة يجهز البيت بمناضد خاصة أو سيور متحركة وبعض أنواع أدوات التنظيف البسيطة ومن أهم مميزات هذه الطريقة عدم الاحتكاك بالآلات إلا إن من عيوبها البطأ وعدم الإتقان وغلو التكاليف كما قد تتم هذه العمليات بطرق إلية حيث تجري بواسطة آلات خاصة جهز بها البيت ومن أهم عيوب هذه الطريقة كثرة الاحتكاك بالآلات وعدم إمكان القيام بعمليات الفرز مزاياها فتنحصر في السرعة والتجانس في العمل أما الطريقة الثالثة وهي التي غالبا ما تستخدم فتجمع بين الطريقتين السابقتين ومزاياها فتتم فيها بعض العمليات مثل الغسيل والتدريج والتجفيف ونقل الثمار آليا بينما تتم عمليات الفرز واللف والرص يدويا.

وبيوت التعبئة تنتشر انتشارا كبيرا في مناطق زراعة الخضر والفاكهة في كافة أنحاء العالم ويملك غالبية هذه البيوت الجمعيات التعاونية للمنتجين فقد أصبح لبعضها شهرة عالمية ويستخدم في أدارتها راس مال كبير أما النسبة لهذه البيوت

في بلادنا فلم تعرف إلا من فترة قريبة ولم يكن في البلاد قبل الحــــرب العالميــة الثانية أكثر من اثنين أحدهما بالفيوم والثاني بينما إلا إن العمل قد توقف فيها فــي فترة الحرب ولم يستأنف بعداها نظرا لقدم آلاتها وعدم وفائها بالغض المطلوب.

وقد قامت هيئة تنمية الصادرات في الفترة الأخيرة بإنشاء سبع محطـــات في الجيزة -بنها -قويسنا - أجا - الفيوم - أسيوط إلا أن هـــذه المحطـــات ذات إنتاجية محدودة وقد تداركت هذه الهيئة ذلك وفي سبيل إنشاء محطات حديثة تفــي الغرض المطلوب كذلك يوجد بيت للتعبئة يملكه بعض الأفراد في بورسعيد واخــر تملكه بعض المزارع في الفيوم والمنوفية توجد بعض آلات الفرز لـــدى بعــض الجمعيات التعاونية النوعية لمنتجي الخضر والفاكهة في كافة محافظات الجمهورية أقامت محطات التعبئة خاصة بها في مناطق الإنتاج المختلفة تنشا علـــى النظـام الحديث وتوافق الثمار التي سيتم تجهيزها حيث انه يجب إن تكون هذه المحطـــات قريبة من حقول الإنتاج كلما أمكن ذلك كمـــا إن لإدارتـــها بواســطة الجمعيـات التعاونية للمنتجين فوائد اقتصادية متعددة سنعود الحديث عنها فما بعد.

## العمليات المختلفة للتجهيز والتعبئة

### ١-التجليد أو التدبيل :

تجري هذه العملية لزيادة مقاومة جلدة ثمار بعض الفواكه مثـــل الموالـــح لتتحمل الاحتكاك آلات التجهيز وتتم بان تترك الثمار في صناديق الحقل في الجــو العادي لأحد غرف محطة التعبئة وفي هذه المدة يفقد بعض الماء من جلدة الثمـــار وتتكمش خلايا الغدد البارزة فيستوي سطح الثمر ولا تكون الأجزاء البارزة بعـــد ذلك عرضة لجرح بالآلات وكذلك قد تكون هذه الفرصة من الزمن كافية لزهــور العلامات الظاهرية لبعض الإصابات الفطرية على الثمار مما يسهل فرزها بعـــد ذلك وعموما تجرى هذه العملية في الثمار النامية في المناطق الرطبة. إمـــا فـــي البلاد الجافة مثل بلادنا فلا داعي لإجرائها.

## الفرز الابتدائي

تجرى هذه العملية عندما تكون الثمار المراد تجهيزها محتوية على عدد كبير من الثمار المصابة أو المعطوبة نتيجة للإصابات الحقلية أو الخطأ في الجمع وتجرى بواسطة عمال ذو خبرة محدودة يقومون بفرز الثمار المصابة بعزلها إما من صناديق الحقل مباشرة أو من على السيور المتحركة التي قد توضع قبل أجهزة التنظيف.

## عمليات التنظيف التعقيم

تجرى هذه بالعمليات على الثمار لتنظيفها من الأتربة والأوساخ أو بعض المواد الغريبة التي تكون عالقة بها لكي تصبح بمظهر نظيف يجعل المستهلك يقبل على شرائها وتقسم عمليات التنظيف إلى:تنظيف جاف وهو ما يجرى دون استخدام الماء.

**التنظيف الجاف:-**

**يجرى بعدة طرق منها:-**

١- مسح الثمار بفوط نظيفة بواسطة عمال خاصين مع ملاحظة تغيير الفوط بغيرها كلما اتسخت وهذه الطريقة بطيئة لتؤدى في الغالب المطلوب ولا تتبع حاليا ألا في حالات قليلة.

٢- إمرار الثمار داخل ماكينات صغيرة بداخلها فرش أسطوانية ناعمة تدور على محاورها في اتجاه واحد وتقوم بتنظيف الغبار الموجود على سطح الثمار ثم يسحب الغبار المتصاعد بجهاز سحب (شفاط) مركب في السطح العلوي لهذه الماكينة ويطرد هذا الجهاز الغبار في مواسير خاصة إلى خارج بيت التعبئة وتستخدم هذه الطريقة مع ثمار الخوخ والأصناف المشابهة.

٣- تعرض الثمار لطيار من الهواء المضغوط داخل ماكينات خاصة فيقوم هـــذا الهواء بإثارة الأتربة من على سطح الثمار ثم يسحب (محملا بالأتربة) مـن فتحة خاصة في الماكينة وتستخدم هذه الطريقة غالبا مع ثمار البلح.

**التنظيف الرطب:-**

**وهو عبارة عن غسل الثمار بالماء أو بالماء الذائب فيه بعض المنظفات.**

**أ- الغسيل بالنقع:**

**يستخدم في هذه الطريقة من الغسيل خزنات خاصة تصنع من الصلب الغير قابل للصدأ أو الزنك يوجد داخل هذه الأحواض سيور خاصة توضـــع بطريقــة خاصة بحيث تتحرك في اتجاه (إلى أعلى) ومن فوائد هذا الســير تقليــب المــاء والثمار داخل الحوض ونقل الثمار خارج الحوض بعد انتهاء عملية الغسيل وتحدد سرعة السير المدة التي تبقاها الثمار في هذه الأحواض وهى التي لا تتعدى خمس دقائق.**

تملأ هذه الأحواض بماء دافيء في درجة ٣٥-٤٠م وقد يضاف في هـــذا الماء أحد المواد المستخدمة في التنظيف مثل:-

الصابون: يستخدم أحد أنواع الصابون الطرية المبشورة بمقدار ٣ أرطـــال لكل ١٠٠ جالون ماء.

**كوبونات الصوديوم:** بنسبة ١,٥%

**المنظفات الصناعية:** مثل التبول أو غيره من هذه المواد وبالنسبة المحـــددة لكل صنف وقد يستعمل في حالات خاصة:-

**الكيروسين:** قد يستخدم الكيروسين مع بعض الثمار الموالح بنســـبة ٢%إذا كانت ملوثة ببعض المواد القطرانية أو الأبخرة المتولدة عن حرقها.

**حامض الايدروكلوريك:** يستخدم أحيانا بنســـبة ١% فـــي حالـــة اســـتخدام مركبات رزنيخية في رش الثمار في الحقل.

ب-الغسيل برزاز الماء يجرى تنظيف الثمار في هذه الطريقة بإمرارها على فرش من شعر خاص ويدفع الماء عليها من أعلى على هيئة رذاذ وتجرى هذه العمليـــة غالبا لإتمام تنظيف الثمار بعد عملية الغسيل بالنقع ولإزالـــة المـــواد المنظفـــة أو المعقمة والتي تكون قد استخدمت لتنظيف أو تعقيم الثمار.

## التعقيم والتطهير

قد تعامل الثمار بمواد مطهرة لتطهيرها من جراثيم بعض الفطريات التـــي قد عالقت بها وتسبب إصابتها إثناء نقلها وتخزينها وتسويقها وبالتالي عطبها أو قـــد تجرى هذه العملية تطهير ثمار الخضر خصوصا التي تنمو بالقرب مـــن ســـطح الأرض من بعض جراثيم الإمراض التي قد تصيب الإنسان -غير إن هذه العمليـــة قد يستغنى عنها حيث قد يكون المواد المستخدمة تأثير ضار على صحة الإنســـان مما قد حرص بعض الدول مثل ألمانيا الغريبة على منع استخدام هذه المواد فـــي معاملة الثمار ومنع استيراد ثمار من الخارج سبق معاملتها بها كما قد يكون لـــهذه المواد ضرر على صفات الثمار نفسها مثل صلابتها وطعمها -وعمومـــا إذا مـــا نصح باستخدام أي مادة في التطهير فمن الواجب إن تتميز بالآتي:

١-إلا تضر صحة الإنسان.

٢-يكون لها تأثير فعال في قتل الجراثيم المسببة للأمراض المختلفة.

٣-إلا تضر الأنسجة النباتية بتركيز المستخدم.

٤-إلا يترك استخدامها طعم ردئ في الثمار.

٥-إن تكون لمحاليلها خاصية سرعة الانتشار على سطح الثمرة وان يكـــون مفعــول التطهير سريع

٦-إن يسهل غسيل بقليها بالماء.

٧-إن تكون رخيصة الثمن.

عموما تستخدم هذه المواد بنسب بسيطة وتضاف غالبا لمحـــاليل الغســيل بالنقع وتوضع محاليلها في على أخرى توضع بعد خزانات الغسيل وتمـــرر فيـــها الثمار لمدد بسيطة ومن هذه المواد:

١-حامض البوركس:بنسبة ٤-٥% مع رفع درجة حرارة الماء إلى ٤٥م (لأتزيـد المعاملة عن ٣-٥ق).

٢-هيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم: بنسبة ١في الإلف في ماء درجة حرارتـه ٢٠-٢٥ (لأتزيد مدة المعاملة عن ٢ ق).

٣-sodium-ophenylphenate بنسبة ١-٢%ولمدة من٣-٥ ق.

٤-بعض المطهرات العضوية الحديثة مثل الorthoside بنسبة ٠،٥ %

٥-برمنجنات البوتاسيوم بنسبة ٣-٨في الإلف ويستخدم غالبا في تطـــهير ثمـــار الخضر في المناطق الموبؤه بالأمراض والتي تخشى منها على صحة الإنسان.

وتقوم حاليا بعض الشركات المنتجة لآلات تجهيز الثمار بإنتاج مواد مركبة تستخدم في تنظيف وتطهير الثمار بالنسب التي تقرحها هذه الشركات.

ومن الواجب بعد عملية تطهير الثمار إزالة أثار المواد المستخدمة ويجـرى ذلك بغسلها جيدا برذاذ مائي قوى.

وقد يضاف للشموع أو المواد المستخدمة في تحسين شكل الثمـــار والتـــي سوف نتكلم عنها فما بعد بعض المواد المطهرة أو قد تضاف هذه المـــواد أيضـــا للأوراق المستخدمة في لف الثمار.

## عمليات التجفيف

يجب تجفيف الثمار جيدا من الماء الذي يعلق بها إثناء عملية الغسيل حتى لا تعطى فرصة لتلفها بازدياد الرطوبة –وقد استخدم قديما عدة طرق لتجفيف الثمار خصوصا ثمار الموالح وذلك بخلطها بعد الغسيل بمادة تتشرب الماء مثل نشارة الخشب فتقوم بامتصاص الماء العالق بالثمار ثم يجري بعد ذلك فصل الثمار عن النشارة إلا إن هذه العملية تعتبر ألان غير دقيقة ولتستخدم إلا في بعض البلاد مثل أسبانيا وفي أضيق الحدود.

ومن الواجب ملاحظة إن الثمار يعلق بها بعد خروجها من عمليات الغسيل كمية زائدة من الماء لا تلتصق تماما بالثمار وهذه يسهل إزالتها بإمرار الثمار على اسطوانات من النحاس تدور محوريا في اتجاه واحد فيترك الماء الزائد سطح الثمار ويلتصق بالنحاس الذي يجرى تجفيفه أولا ناولا بكاشطات من الكاوتشوك مركبة أسفل الاسطوانات وتسمى هذه العملية باسم عملية التجفيف الابتدائي.

كما وتخرج الثمار من هذه العملية وما زال ملتصقا بها كمية أخرى من الماء لا يمكن إزالتها بإمرار الثمار داخل مجففات خاصة يدفع بداخلها تيار من الهواء الساخن ويراعى إن تتم هذه العملية بسرعة وفي درجة تقل عن الدرجة التي تحدث ضررا بالثمار ويطلق عليها اسم التجفيف النهائي.

## عمليات تلميع وتحسين شكل الثمار وتشميعها

قد تجرى على بعض الثمار عمليات خاصة يقصد بها تلميعـــها أو إضافـــة غشاء رقيق على سطحها:

**التلميع الطبيعي:** تمرر بعض الثمار الموالح أو التفاح على فــرش لولبيـــة ناعمة فتقوم هذه الفرش بتهشيم بعض الغدد الزيتية الموجودة فـــي جلـــدة ثمـــار الموالح ثم توزيعها توزيعا منتظما على السطح أو تقوم بنشـــر الشـــمع الطبيعـــي الموجود بجلدة ثمار التفاح على سطح الثمار مما يسبب لمعانها وإكســـابها بريقـــا جذابا.

**التشميع:** ويقصد به إضافة مادة شمعية أو أحد المواد المشابهة لجلدة الثمار ونشرها عل سطحها بسمك بسيط (لا يزيد على عدة ميكرونات) ومن أهم فوائـــد هذه المواد:

١-تحسين شكل الثمار.

٢-تقليل النتح وبالتالي زيادة مدة تخزين الثمار.

٣-إغلاق الجروح التي قد توجد بجلدة الثمرة بالقرب من العمق أو أي مكان آخـــو مما يقلل من فرصة إصابتها بالآفات إثناء النقل والتخزين ومن الواجب إلا يزيـــد سمك طبقة الشمع بدرجة تعيق تبادل الغازات خلاله وبالتـــالي حـــدوث التنفـــس اللاهوائى في الثمرة ومن أهم المواد التي تستخدم في هذه العمليات.

<u>١-شمع البرافين:</u> يستعمل شمع برافين ذو درجة انصهار منخفض ومن مزايـــاه منع تبخير الماء من الثمرة إما من عيوبه فهو عدم إعطاء جلدة الثمـــرة اللمعـــان المطلوب ويستخدم لها بمفرده أو مختلطا مع مواد أخري.

<u>٢-شمع كرنوبة:</u> من مزايا هذا النوع من الشموع انه يعطى الثمر لمعانا خاصـــا إما من عيوبه انه لا يقلل التبخير بقدر كافي وغالبا مختلطا بالبرافين.

٣-يوجد حاليا في الأسواق مركبات جاهزة تتركب من شموع مختلفة مضاف إليها بعض المذيبات المختلفة وبعض المواد المطاطة كالكاوتشوك أو بعـــض العجـــائن

ومن أهم مزايا هذه المركبات إنها تعمل مستحلبات عند خلطها بالماء وأنها سريعة الانتشار على سطح الثمار وغير ضارة بصحة الإنسان ومن أهمها ألFlavor SEAL التي تقوم بصنعها شركة... FOOD .MACHINARY الأمريكية وتعتبر تركبها سرا من أسرار الشركة وكذلك مدتي P.o25-wax504 التي تقوم بصنعها شركة Broadax... وتجرى عمليات إضافة المواد السابقة بعدة طرق منها:-

١-توزيع الشمع الجاف على سطح الثمار بفرش خاصة ناعمة الملمس حيث توضع مكعبات الشمع أسفل الفرش وعند دورانها على محاورها تأخذ جزءا بسيطا من هذا الشمع ثم تقوم بتوزيعه على سطح كذا فان

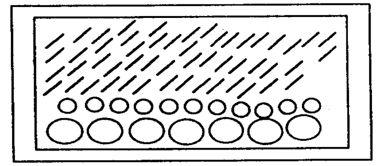
الشمع لا يتمكن إن يغطى الفجوات التي توجد حول عنق بعض الثمار مثل التفاح،

٢-**غمر الثمار في الشمع:** وتجرى هذه العملية بعض الثمار في مصهور من شمع البرافين أو في مستحلب شمعي لمدة بسيطة ثم تمرر الثمار بعد ذلك في أجهزة التجفيف ويعاب على هذه الطريقة استهلاك مقادير كبيرة من الشمع وزيادة سمك الشمع إذا زادت فترة الثمار عن الوقت المناسب.

٣-**طريقة الرش:** وفي هذه الطريقة يدفع المستحلب الشمعي أو مستحلب من بشابير خاصة تخرجه على هيئة ضباب mist داخل غرفة جهاز التشميع وتمرر الثمار داخل هذه الغرفة على سيور متحركة ذات محاور تدور بطريقة غير مركزية مما يجعل الثمار تتقلب في جميع الاتجاهات وبسرعة معينة فيلتصق الضباب الشمعي على سطح الثمار بدرجة واحدة من جميع الأجزاء ويتحكم في خروج ضباب الشمع داخل الجهاز عين سحرية تقفل البشابير عند انقطاع مرور الثمار إما الكمية الزائدة من المستحلب الشمعي فتتجمع من أسفل الجهاز ويعاد ضغطها بالتالي وبعد خروج الثمار من جهاز التشميع تمرر في مجفف لمدة بسيطة حتى يتم تجفيفها.

وهذه الطريقة من أحسن الطرق المستخدمة حاليا وينصح باستخدامها ولكل شركة من الشركات المنتجة جهازها الخاص وكثير من الشركات ترفض بيع هذه

الأجهزة وتقوم بتأجيرها محطات التعبئة مع اشتراط شراء مـواد التشـميع التـي تنتجها هذه الشركات.



**ختم الثمار:**

تتبع عمليات تشميع الكثير من الثمار مثل ثمار الموالح عملية ختم الثمـار باسم المنتج أو الجمعية التعاونية للمنتجين وتجري هذه العملية اتوماتيكيا.

**الفرز الساسي للثمرة SORTING:**

في هذه العملية تمر الثمار على سيور خاصة أمـام عمـال أو عـاملات متمرنين يقومون بفرز الثمار على درجات خاصة تتميز كل درجة منها بممـيزات خاصة ويفضل الكثيرون القيام بهذه العملية قبل عملية التشميع حيث قـد يـؤدى الشمع المضاف إلى تغطية بعض العيوب التي توجد بجلدها الثمار وبالتالي عـدم ظهورها بينما يفضل البعض الأخر أجرائها بعد التشميع لفرز الثمار التي لم تشمع التشميع المضبوط ويقوم عمال الفرز لفرز الثمار إلى الدرجات التالية مع وضـع ثمار كل درجة على سير متحرك خاص:

١-**ثمار الدرجة الأولى (الممتازة):** تتميز ثمار هذه الدرجـة بمطابقتـها بكافـة الشروط المطلوبة من حيث التلوين والشكل والخلو من كافة الإصابات التي تشـوه شكل الثمار وتستخدم هذه الثمار في التصدير غالبا.

٢-**ثمار الدرجة الثانية:** وهى ثمار اقل جودة من السابقة مـن حيـث التلويـن والشكل ولكنها خالية من التشوهات والأمراض وتستخدم في التسويق وقد تصـدر في بعض الأحوال.

٣-ثمار الدرجة الثالثة: وهى ثمار اقل جودة من السابقة وبها تشوهات ظـــاهرة مما يقلل من قيمتها التسويقية وتستخدم في صناعات الخبز.

٤-الثمار النقضية: وهى الثمار المصابة والمعطوبة وفي الغالب تعدم أو تصنـــع إلى بعض المنتجات الثانوية والفرز السابق وهو امثل طريقة في الفرز غـــير إن بعض بيوت التعبئة قد تتبع طريقة سريعة للفرز حيث تقوم بفرز الثمار إلى:ثمـــار صالحة للتسويق وثمار غير صالحة.

**التدرج SIZING**

يقصد بعملية التدرج فصل الثمار إلى مجاميع يتميز أفراد كل مجموعة منها التماثل في الحجم ومن أهم مميزات هذه الطريقة العملية:

١-توحيد إحجام الثمار التي تعبأ في العبوة الواحدة حتى يمكن للمســـتهلك شـــراء الحجم الذي يتطلبه بسهولة.

٢-تسهيل أجراء عملية التعبئة.

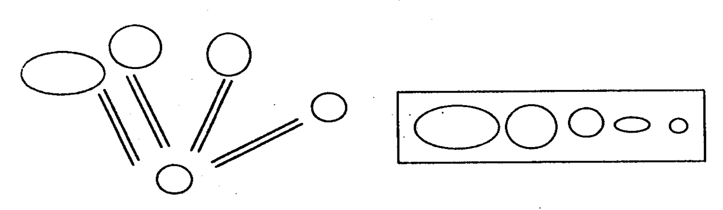
٣-تعبئة عدد ثابت من ثمار كل حجم في العبوة الواحدة ومعرفة هذا الحجم .

٤-عدم ترك فراغات في العبوات بعد التعبئة.

ولكل صنف من الأصناف مواصفات خاصة من حيث الإحجام التي يـــدرج إليها وتحدد القوانين الموضوعة في كثير من البلاد مختلف الإحجام التـــي يجـــب تدرج الثمار عليها قبل التسويق ولم يجري من مثل هذه القوانين في بلادنا حتـــى ألان إلا إن قوانين التصدير التي صدرت في السنوات الماضية قد حـــددت هـــذه المقاييس بالنسبة للثمار التي يسمح بتصديرها.

**ويجرى تدرج الثمار بطرق عديدة منها:**

**التدرج اليدوي:** يقوم بهذه العملية عمال متمرنون يعملون في فصل الثمـــار إلى مجاميع ماثلة في الحجم إما بمجرد النظر إليها أو الإحساس بنقلـــها بـــاليد أو باستخدام أجهزة يدوية بسيطة كالمبينة في الرسم



**الآلي:** في هذه الطريقة تمرر الثمار بداخل الآلات مختلفة تقوم بعملية التدرج آليا وتعتمد الآلات على نظريات متعددة وتشغيلها ولكل نوع من الثمار الإله التي تناسبه أكثر من غيره حاليا أنواع عديدة من هذه الآلات منها:

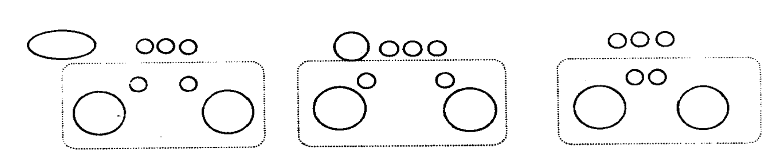
**تعتمد في عملها على اختلاف الثمار في الوزن:**

يوجد بهذه الآلات فتحات يتحكم في قفلها وفتحها أوزان مختلفة وتمرر الثمار في هذه الآلات وتمر أولا على الفتحات التي يتحكم في فتحها الأوزان الكبيرة أولا ثم فوق الفتحات ذات الوزن فتسقط الثمار الثقيلة الأوزان في الفتحات الأولى والأخف وزنا في الفتحات التالية وهكذا تم جمع الثمار الساقطة من كل فتحة على حدة وتستخدم هذه الآلات في تدرج الثمار الغير موضح الشكل مثل المانجو والزبدية.

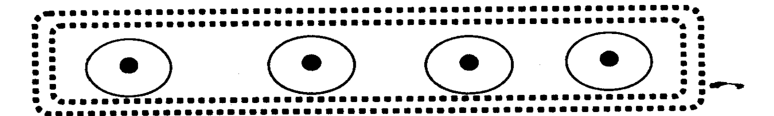
**التدرجي التي تعتمد على الاختلاف في قطر الثمار:**

**الآلات ذات فتحات مختلفة القطر:**

تمر الثمار في هذه الآلات فوق سيور متتالية بكل منها عدد من الفتحات المتماثلة وحيث تكون فتحات السير الأول اصغر في القطر من التالي وهكذا وعند مرور الثمار فوق هذه السيور تسقط الثمار الصغيرة من فتحات السير الأول والتالية في الحجم من فتحات السير التالي وهكذا وتجمع ثمار كل مجموعة على حدة.



أو يكون وضع السيور كالمبين بالرسم وتمرر الثمار في اتجاه السهم الصغيرة في(موضع ١) و(الأكبر في موضع٢) وهكذا.



٢-النوع الثاني من الأجهزة يعتمد على مرور الثمار فوق سرين من القطفة مركبان على محاور غير مركزية بحيث يكون وضعها غير متوازي وتمرر الثمار في اتجاه السهم (أنظر للرسم) فتسقط الثمار الصغير أولا ثم الكبير فالأكبر ويمكن جمع الثمار يوضع حواجز على مسافات متباعدة أسفل السيور.

٣-أجهزة هذا النوع تتركب من اسطوانة من-المطاط توضع بكفيفة تماثل المبينة بالرسم بحيث تكبر المسافة بينها وبين سطح ثابت تدريجيا وتمرر الثمار في اتجاه السهم فتسقط الثمار الصغيرة في الفراغ الذي يقابلها وتطرد الثمار في اتجاه دوران الاسطوانة وتسقط في الفراغات التي تماثل قطرها.

٤-في هذا النوع من الأجهزة تدخل الثمار في القرص الدائري لماكينة التدرج الذي يغطى غالبا بالكاوتشوك في اتجاه دوران السهم ويوجد على حافة هذا القرص حواجز ثابتة (لتدور مع القرص)وهكذا الحاجز ذو فتحات مختلفة الارتفاع موضوعة بحيث يقوم وضع الفتحات الأقل ارتفاعا أولا فعند دوران القرص تلف الثمار وتطرد للخارج تابعا للقوة الطاردة المركزية وستصدم للجدار المغطى بالكاوتشوك وتقابلها الفتحات المختلفة فتخرج الثمار الأصغر حجما أولا فالأكبر والتجمع ثمار كل مجموعة على حدة.

## اللف

بعد انتهاء عملية تدريج الثمار تجمع ثمار كل مجموعة في مكان خاص أو تسير على أحزمة متحركة ويقوم عمال متمرنون بلف كل ثمرة على حدة بورقة خاصة أولا تلف الثمار بالمرة وتعبأ دون لف.

ولقد ابتكرت أخيرا عدة أجهزة تقوم بلف الثمار آليا إلا إن هذه الأجهزة لم تنتشر انتشارا كبيرا بعد نظرا لغلو ثمنها وصعوبة تشغيلها -ومن أهم فوائد عمليات اللف الآتي:-

١-التقليل من احتكاك الثمار بجوار العبوات.

٢-منع تلامس الثمار ببعضها إثناء النقل والتخزين ما يقلل فرصة الإصابة بالأمراض والآفات.

٣-التقليل من التبخير الماء من الثمار.

٤-تستخدم الأوراق المعاملة في تطهير الثمار ومنع انتشار الإصابة بالفطريات.

٥-إكساب عبوة الثمار مظهرا جذابا باستخدام مواد لف مختلفة الألوان.

٦-قد تستخدم ورقة اللف في كتابة إعلانات تجذب نظر المستهلك مثل كتابة وصفات خاصة للاستهلاك أو المطبخ.

ويقوم بهذه العملية عمال أو عاملات متميزين يجب أن يكونوا على درجة كبيرة من المهارة والسرعة حيث إن العطل في هذه العملية قد يكون العامل المحدد لسرعة إنتاج محطة التعبئة.

**ويستخدم في لف الثمار أنواع عديدة من المراد منها:-**

١- ورق الحرير أو السجائر: وهو ورق رقيق ناعم الملمس قد يلون بألوان مختلفة وهو الورق المعتاد في لف غالبية الثمار.

٢- ورق سلفايت: وهو امتن من السابق وقد يستخدم في لف بعض الثمار.

٣- ورق شمعي:وهو ورق مشبع البرافين ويستخدم في بعض الحالات.

٤- ورق معامل بزيت البرافين:

٥- ورق معامل بمواد مطهرة:قد تستخدم لبعض الأوراق المعاملة بمواد كيميائية تستخدم كمواد تقلل من فرصة نمو الفطريات أثناء التخزين والتسويق ومن هذه الأوراق أوراق معاملة بمادة الدايفينيل وهى مادة تتبخر ببطيء من الأوراق فتعمل على تطهير الثمار وحمايتها من الإصابة بالفطريات ومع إن هذه المادة فعالة بدرجة كبيرة إلا إن الدول مثل ألمانيا الغربية تمنع استعمالها خوفا على الصحة العامة. كما قد تستخدم أوراق معاملة بمادة كبريتات النحاس.

٦- أوراق الألومنيوم: قد تستخدم أوراق الألومنيوم لتغطية عنق بعض الثمار مثل المانجو والزبدية.

٧-تستخدم بعض المواد التي تمنع نفاذ الرطوبة مثل السيلوفان والبلايوفيلم والبولى اثيلين وغيرها.

## التعبئة

تعتبر عملية التعبئة نهاية مرحلة التجهيز في محطات التعبئة وفيها توضع الثمار داخل عبوات خاصة من الورق المقوي أو الخشب أو البلاستيك أو القماش أو البولى ايثيلين وتختلف هذه العبوات في الحجم والشكل بحسب نوع الثمار المعبأة وبحسب الدولة المنتجة حيث أن لكل دولة عبواتها القياسية التي يحددها

القانون خصوصا بالنسبة للثمار التي تصدر للخارج – وقد تستخدم بعض أنـــواع الورق المضلع أو ورق الزبد أو شرائح من الورق الخفيـــف لتبطيــن العبــوات الخشبية من الداخل.

**ومن أهم المميزات التي يجب أن تتميز بها العبوات المختلفة الاتي:**

١) أن تسع الكمية المناسبة بحيث تتناسب أبعادها مع الكمية التي ستوضع بـــها وفـــي الغالب يكون إذا ما استخدمت لتعبئة ثمار لينة وكبير إذا ما استخدمت لتعبئة ثمـــار صلبة

٢) تصنع بحيث تكون قليلة الزوايا ناعمة الملمس من الداخل حتى لا تضر الثمار أثناء احتكاكها بها.

٣) تصنع من مواد يمكنها تحمل الضغط حتى لا تتكسر أثناء النقل .

٤) يجب أن تصنع من مواد محليه رخيصة الثمن .

٥) أن تكون بها فتحات تسمح بتهوية الثمار .

٦) أن يسهل حملها ونقلها .

**والعبوات المستخدمة حاليا في تعبئة الثمار بعد تجهيزها تقسم إلى :**

أ- عبوات كبيرة الحجم يطلق عليها اسم عبوات الشحن وتعبأ فيها الثمـــار بعـــد التجهيز بغرض نقلها إلي محلات البيع بالقطاعي حيث تباع للمستهلكين عـــد تفريغها من هذه العبوات ومنها :-

١- صناديق خشبية:

وهي من افضل العبوات نظرا لصلابتها التي تمكن مـــن حمايـــة الثمـــار الموضوعة بداخلها وتصنع بأشكال متعددة ( انظر الرسم ) وقد يكون لها غطـــاء خشبي تغطي به بعد تعبئتها وتستخدم الصناديق ذات الغطاء عنـــد نقـــل الثمـــار لمسافات بعيدة – كما قد توجد أنواع لا تغطي بغطاء خاص بعد التعبئة وتســـتخدم عند نقل الثمار لمسافات قريبة .

٢- براميل خشبية:

تستخدم بعض البلدان براميل مختلفة ا لأحجام لتعبئة ثمار العنب أو التفاح .

٣- صناديق ورقية:

تستعمل صناديق ورقية مصنوعة من ورق مقوي خاص مُعامل بطريقة تجعله غير نفاذ للماء وفي الغالب تعمل بها فتحات صغيرة للتهوية وتعطي بعطاء خاص ويستعمل حاليا صناديق ذات غطاء ثابت لا يفتح إلا بطريقة خاصة مما يضمن ثباته أثناء النقل.

٤- صناديق من البلاستيك:

صنع أخيرا صناديق من بعض العجائن الصناعية ( الصلبة ) الغير سهله الكسر وتتميز بحس الشكل ألا أنها مازالت غالية الثمن .

٥- أكياس أو أجولة:

يستخدم بعض الأجولة النظيفة المصنوعة من قماش أو نسيج خاص أو من الخيش في تعبئة البصل والثوم والبطاطس .

٦- عبوات محلية:

توجد لكل بلد من البلدن عبواتها المحلية التي تصنع من المواد الأولية التي تتوفر فيها وتختلف هذه العبوات باختلاف البلاد وفي بلادنا تستخدم سلال من البوص أو من خشب الحناء أو السمار وأقفاص من الجريد في غالبية عمليات التعبئة المحلية إلا أن هذه العبوات تضر الثمار ضررا بالغا أثناء النقل نتجه لاحتكاك سطحها الداخلي الخشن بالثمار كما قد ينمو علي سطح هذه العبوات فطريات مختلفة قد تنقل إلى الثمار أثناء النقل والتخزين .

ب- عبوات صغيرة الحجم: وهي عبوات تسع كمية محدودة من الثمار تزن من1/2 -١ كيلو من الثمار وتبقي بها الثمار حتى تصل إلى المستهلك (عبوات المستهلك) ومن هذه العبوات أكياس من البولي أيثيلين - شباك من

نسيج ضيق الثقوب – علب كرتون صغيرة ذات غطاء من البولـــي أثيليـــن – ويقبل المستهلكين حاليا علي شراء الثمار المعبأة في هذه العبوات لما لها مـــن مزايا عديدة .

**طرق التعبئة:**

**أ- التعبئة الغير منتظمة:**

في هذه الطريقة تملا العبوة بأكملها بالثمار مرة واحدة بدون نظام وبـــدون لف الثمار مع تحريك الصندوق أو العبوة أثناء التعبئة باستمرار حتى تملا العبـــوة كلها بالثمار وغالبا تتم هذه التعبئة آليا وتجري عند تعبئة ثمار الليمون في أكيـــاس كما تستخدم حاليا بكثرة في الولايات المتحدة من الكرتون حيث توجـــد أجـــهزة خالصة لملئ هذه الصناديق .

**٢- التعبئة المنتظمة:**

**وفيها ترص الثمار داخل العبوات بنظام باليد وبطرق مختلفة:**

**أ- وضع الثمار في طبقات:**

ترص الثمار باليد داخل العبوة في طبقة أو أكثر بحيث تكون الثمـــار فـــي وضع متقابل أو متبادل ومن الواجب استخدام عمال مهرة لا تمام هـــذه العمليـــة ليملا الصندوق بأكمله بالثمار دون ترك فراغات تسمح بقلقلتها أثناء النقل .

**ب- طريقة العشوش : Nest Backing**

يستخدم في الطريقة صواني خاصة تصنع من أحد العجائن ( البلاســـتيك ) أو الورق أو الألياف النباتية وهي ذات تجاويف تناسب أحجامـــــها مـــع أحجـــام الثمار.

التي سيجري تعبئتها فلكل حجم من الثمار الصواني الخاصة بـه وتملأ الصينية بالثمار المتماثلة الحجم ثم توضع داخل العبوة التي غالبا ما تكون صندوق خشبي أو ورقي ويوضع في العبوة الواحدة صينية واحدة أو أكثر بحسب نوع الثمار وإذا وضع أكثر من صينية فمن الواجب قلب وضعها في الطبقات المتتالية حتى تصبح الثمار متبادلة الوضع لا تضغط علي بعضها وقد أحضرت مجموعة من هذه الصواني من إيطاليا عام ١٩٥٩ وتم تضعها محليا وجريت استخدامها بنجاح مع كثير من أصناف الفاكهة وقد قامت محطات التعبئة باستخدام هذه الصواني في تعبئة ثمار الطماطم المصدرة الخارج مما أدي إلى نجاح هذا التصدير نجاحا باهرا ومن أهم مميزات هذه الطريقة :-

١- عدم تحريك الثمار داخل العبوة أثناء النقل.

٢- عدم ملامسة الثمار لبعضها.

٣- الحد من انتقال الإصابة من ثمرة لأخري.

٤- سهولة القيام بعمليات التعبئة حيث تمكن لعمال غير متمرنون القيام بها.

٥- سهولة التسويق حيث يمكن لبائعي التجزئة وضع الصينية بما بها من ثمار مرة واحدة في المكان المخصص للبيع مما يسهل عرضها بمظهر جذاب وعلي ذلك فيقبل يجار التجزئة في أوربا حاليا علي الثمار المعبئة بهذه الطريقة إقبالا شديدا.

ج- التعبئة في العبوات الصغيرة.

تعبئ الثمار بوضع عدد ثابت منها (ذو وزن ثابت) في العبوات السابق ذكرها ثم يرص عدد من هذه العبوات الممتلئة بالثمار داخل العبوات الكبيرة- والتعبئة في هذه العبوات تسهل عمليات البيع في محلات التجزئة وعلي ذلك فالكثير من المحلات في أوربا خصوصا التي تبيع بنظام الـ supper market .

لا تعرض ثمار خضر أو فاكهة إلا معبأة بهذه الطريقة ونأمل أن تقوم المحلات التابعة للمؤسسة الاستهلاكية التعاونية في الثمار بهذه الطريقة مما يضمن سرعة حصول المستهلك علي ما يطلبه من الثمار النظيفة السليمة ذات الصفات الممتازة ومن الواجب ملئ العبوات الكبيرة التي سيجرى تغطيتها بطريقة لا تسمح بتحريك الثمار أثناء النقل وبحيث وضع الغطاء مقعرا فوق الثمار ثم يثبت الغطاء جيدا بدقة بمسامير ثم تحزيمه بحزام من الصلب ثم تكتب على الصندوق من الخارج البيانات الخاصة مثل نوع وصنف والثمار أسم المنتج – الدولة المنتجة – وزن الثمار – عدد الثمار – تاريخ التعبئة – درجة الثمار.

**نقاط هامة من الواجب أتباعها عند تجهيز الثمار:**

١. جمع الثمار بدرجة النضج المناسبة.
٢. عدم الأضرار بالثمار عند الجمع.
٣. السرعة في تجهيز الثمار وتعبئتها وعدم أضرارها أثناء النقل والتعبئة.
٤. تقليل احتكاك الثمار بالآلات المختلفة وبالأسطح الصلبة وبأيدي العمال أثناء التجهيز لأقل حد ممكن.
٥. وقاية الثمار من الفطريات.
٦. محاولة تقليل نتح الثمار وتنفسها.
٧. ملاحظة أن لكل نوع من الثمار الطريقة الخاصة من التجهيز التي لا يجب أن نحيد عنها.
٨. استخدام عبوات صغيرة الحجم غير عميقة كلما أمكن.
٩. رص الثمار رصا جيدا بالعبوة بحيث لا يترك فيها فراغ يسمح بتحركها أثناء النقل وإلا تلامس جلدة الثمار المادة المصنوعة منها العبوة .
١٠. تركيب غطاء العبوة بطريقة لا تسمح بوجود فراغ بين الثمار والغطاء عند انكماش حجم الثمار نتيجة لفقد الرطوبة .
١١. وضع كافة البيانات اللازمة على الصندوق من الخارج .

# تخزين ونضج الثمار

**ماذا يحدث بعد جمع الثمار ؟**

**ذكرنا أن حياة الثمار تنقسم إلى المراحل الآتية:-**

النمو – اكتمال النمو ( البلوغ ) – النضج – الموت والانحلال.

وعلمنا أن الثمار تجمع من نباتاتها عند اكتمال النمو أو في مرحلة النضج .

وبعد جمع الثمار يستمر بها النشاط الحيوي وتغيرات النضج المختلفة ويستمر هذا النشاط وهذه التغيرات حتى يبدأ الموت والانحلال وتؤدى حسن معاملة الثمار أثناء الجمع والتجهيز تقليل النشاط الحيوي لها بعد ذلك أثناء النقل والتخزين والتسويق يؤدى إلى إطالة الوقت الذي تصل الثمرة بعده إلى الانحلال وعموما يمكن تلخيص التغيرات التي تحدث في الثمار بعد الجمع في النقط الآتية:-

**أ- تغيرات طبيعية :-**

١. النقص في الوزن والحجم نتيجة لفقد الماء بالنتح وانقطاع التيار المائي الوارد للثمار من النباتات بعد قطفها

٢. تغير في شكل الثمرة مثل تجعد سطحها ورقة جلدتها لتبخر الماء

٣. ازدياد درجة تلون الثمار نتيجة لاستمرار هدم الكلوروفيل وتركيز نسبة المواد الملونة الأخرى.

٤. تزداد ليونة الثمرة تدريجيا نتيجة لتحلل البكتينات الغير ذائبة الموجودة بجدر الخلايا إلى بكتينات ذائبة وتستمر هذه العملية حتى تنحل الثمرة انحلالا داخليا تاما .

**ب- تغيرات كيمائية:**

١- نقص كمية الرطوبة.

٢- فقد تدريجي في النشا نتيجة للتحول إلى سكريات.

٣- تزداد نسبة السكريات أولا نتيجة لتحلل النشا ثم تقل بعد ذلك نتيجة لاستهلاكها في عمليات التنفس.

٤- تقل كمية الأحماض العضوية تدريجيا.

٥- تقل كمية الزيوت والدهون نتيجة لاستهلاكها في عمليات التنفس.

٦- يستمر تحول البكتينات الغير ذائبة إلى بكتينات ذائبة حيث تزداد كميتها أولا ثم تقل بعد ذلك نتيجة لتحللها.

٧- تقل كمية الفيتامينات خصوصا فيتامين ج نتيجة للأكسدة.

**العوامل التي تؤثر على سرعة حدوث التفاعلات الحيوية بالثمار المقطوفة:**

**يمكن تقسيم هذه العوامل إلى:**

أ- **عوامل داخلية:** وهى التي تتعلق بنوع الثمار وحالتها عند القطف ومنها:

**١- نوع الثمار :**

تختلف سرعة حدوث العمليات الحيوية في الثمار بعد الجمع اختلافا كبيرا باختلاف نوعها فسرعة تنفس كيلو جرام من ثمار الشليك مثلا هي ٣١١ مجم/ في الساعة ( في درجة ٨٤ – ٨٩ ف ) في حين في البرتقال الفالنشيا على نفس درجة الحرارة حوالي ٢٣ مجم / الساعة وهذه بالطبع يؤثر تأثيرا كبيرا على مدة حياة الثمار.

**٢-الأصل المستخدم:**

وجد أن سرعة تنفس ثمار التفاح المطعومة على أصول منشطة أكثر من سرعة تنفسها على أصول مقصرة .

**٣-عمر الثمار وقت القطف:**

سبق أن ذكرنا أن الثمار النامية في مراحل نموها المختلفة تكون أسرع تنفسا من الثمار المكتملة النمو ومن هنا كان من الواجب عدم قطف الثمار قبل اكتمال نموها حيث أنها تتلف قبل وصولها إلى حالة النضج .

٤- تركيب الثمار:

وجد أن لاختلاف تركيب الثمار أثر كبير في سرعة حدوث العمليات الحيوية بعد الجمع فالثمار ذات الكيوتيكل الرقيق اكثر فقدا للماء من ذات الكيوتيكل السميك – كما أن ثمار نفس النوع يختلف تنفسها باختلاف حجم خلايا فذات الخلايا الصغيرة أقل تنفسا من ذات الخلايا الكبيرة كما أن الثمرة ذات الفراغات البينية الضيقة تكون أكثر عرضة لحدوث التنفس اللاهوائى واضمحلال قلب الثمرة من ذات الفراغات المتسعة .

٥- عمليات خدمة المزرعة:

ظهر أن لظروف خدمة المزرعة المنتجة للثمار مثل عمليات التسميد والرى ومقاومة الآلات أثر كبير على سرعة حدوث العمليات الحيوية في الثمار المقطوفة فقد ثبت أن الثمار المأخوذة من مزارع سبق تسميدها بشدة بالأسمدة النتروجينية تحدث بها هذه العمليات بدرجة أسرع من المأخوذة من مزارع فقيرة في النترات كما أن ازدياد الري في المزرعة قد يؤدي إلى نفس النتيجة.

٦- إصابة الثمار:

ثبت أن الثمار المضرورة ميكانيكا أو نتيجة للإصابة بأحد الكائنات تكون سرعة التفاعلات الحيوية أسرع بهما من الثمار السليمة.

**ب- عوامل خارجية: وهي التي تتعلق بعوامل الجو الذي يحيط بالثمار ومنها:-**

١- درجة الحرارة:-

تزداد سرعة حدوث العمليات الحيوية بارتفاع درجة الحرارة في الجو المحيط بالثمار بعد القطف والمعروف أن هذه تزداد بارتفاع الحرارة حتى تصل إلى منتهاها عند درجة عليها اسم الدرجة المثلى ثم تقل هذه السرعة بعد ذلك بارتفاع الحرارة إلا أن هذه الدرجات العالية تكون في الغالب قاتلة للأنسجة الثمرية وضارة بالثمار- كما أن هذه العمليات تقل بانخفاض درجات الحرارة.

٢- كمية الأوكسجين:

كلما ازدادت كمية الأوكسجين بالوسط المحيط بالثمار كلما ازداد سرعة التنفس وبازدياد سرعة التنفس تقل المدة التي تبقى فيها الثمار حيه.

٣- كمية ك أ٢:

بازدياد نسبة كمية ك أ٢ بالوسط المحيط تقل سرعة التنفس وما يتبع هذه العملية من عمليات حيوية.

٤- الرطوبة النسبية:

تزداد نسبة تطاير الرطوبة من الثمار كلما قلت الرطوبة النسبية في الجو المحيط بها كما أن ازدياد الرطوبة النسبية يؤدي إلى انخفاض هذا الفقد غير أن ازدياد الرطوبة النسبية عن حد معين قد يؤدي إلى ازدياد نشاط الفطريات والكائنات الدقيقة.

٥- تحرك الهواء:

كلما ازدادت سرعة ترك الهواء في الجو المحيط بالثمار تزداد نسبة ما تفقده من الرطوبة.

٦- الغازات المنبعثة من الثمار Emanation Gasse

ينتج أثناء عملية التنفس مجموعة من الغازات الهيدروكربونية الغير مشبعة مثل الاستيلين والأثيلين. وقد وجد أن زيادة تركيز هذه الغازات في الجو المحيط بالثمار يؤدي إلى سرعة حدوث العمليات الحيوية بها.

٧- الضوء:

وجد أن إذا كانت الإضاءة كافية حول الثمار فان ذلك يشجع من سرعة عمليات اكتساب اللون النهائي غير أن زيادة شدة الإضاءة قد تسبب في سرعة حدوث العمليات الحيوية بالثمار.

## فساد الثمار

يقصد بالثمار الفاسدة الثمار المصابة أو الميتة والغير قابلة للاستهلاك الآدمي- ويلاحظ بعد جمع الثمار وأثناء فرزها أو تسويقها وجود عدد من الثمار الفاسدة وتعزى أسباب هذا الفساد الآتي:-

أ- فساد فسيولوجي:

١- **ثمار فاسدة:** نتيجة لحدوث ظروف غير ملائمة بالمزرعة مثل ارتفاع درجة الحرارة – نقص أو زيادة أحد العناصر المعدنية أو غير ذلك من ظروف غير معروفة.

٢- ثمار مصابة باسوداد داخلي Brown Heart نتيجة لاختلال التنفس وحدوث التنفس اللاهوائي.

٣- ثمار منهارة أو متدهور نتيجة لموت الأنسجة والثمار على الأشجار مثل اكتمال نموها لسبب ما أو تدهورها بعد القطف نتيجة لسوء معاملتها أو تخزينها.

ب- فساد ناتج عن الآفات أو الأمراض:

١- بسبب آفات حشرية وحيوانية تصاب بها في المزرعة مثل:

ذبابة الفاكهة – الحشرات القشرية- الأكاروس والعناكب- الخفافيش أو الفئران أو الطيور.

ومن الواجب معالجة هذه الآفات في الحقل أثناء نمو الثمار.

٢- بسبب الإصابة بفطريات منها:

| | |
|---|---|
| العفن الأزرق | Penicillium italicum |
| العفن الأخضر | Peicillium degitatum |
| العفن البني | Phytophthora |

| | |
|---|---|
| العفن القطني | Sclerotinia sclerotiorum |
| العفن الأسود | Alternaria sps |

وتعالج النباتات في الحقل لمقاومة هذه الإصابات ويقلل من انتشارها أثناء التجهيز والنقل والتخزين بتطهير الثمار والأوعية وجو بيوت التعبئة والثلاجات

## التخزين Storage

• يقصد بتخزين الثمار حفظها بحالتها الطبيعية الطازجة لمدة من الزمن بحيث تكون أثناء هذه المدة صالحة للاستهلاك أو التسويق مع تقليل نسبة التالف منها لاقل نسبة ممكنة.

**ويجرى هذا التخزين للأغراض التالية:**

١- تنظيم بيع وتسويق الثمار المختلفة حيث يمكن تقليل المعروض منها في الأسواق في فترات العرض وعرضها في الأوقات التي يقل فيها العرض فيمكن بيعها بأسعار مناسبة.

٢- تسهيل شحن ونقل الثمار لمسافات بعيدة وذلك بتخزين الثمار أثناء انتظار الشحن والنقل علي درجات منخفضة مما يسبب عدم تلفها أثناء هذه المدة.

٣- حفظ التقاوي لحين موسم الزراعة كما هو المتبع في حالة البطاطس.

٤- تنبيه بعض أنواع التقاوي للأنبات كالمتبع في تقاوي الأبصال.

٥- تحسين الصفات الأكلية لبعض الثمار كالكمثرى.

٦- حفظ الثمار لاستهلاك الأفراد في المناطق النائية أو التي لا يتوفر فيها هذا النوع لمدد مناسبة.

٧- إيجاد ثمار بعض الأسواق في غير مواسمها الطبيعية.

## طرق التخزين

فكر الإنسان من بدء الخليقة في تخزين غذائية وبتوالي السنين وتقدم المدنية تعددت الطرق المتبعة في التخزين وتطورت، ويمكن تلخيص الطرق التـي تتبـع حاليا في تخزين الثمار في الأتي:-

### ١) إبقاء الثمار علي الأشجار (تأخير موعد قطع الثمار):

يمكن ترك ثمار بعض الفواكه بعد اكتمال نموها علي الأشجار دون جمـع لمدد تتفاوت بحسب نوع الثمار وتتبع هذه الطريقة مع بعض أصنـاف المـوالـح والرمان والتفاح والكمثري والملاحظ أن الأنواع التي يكتمل نموها فـي الشـتاء يمكن أن تبقى ثمارها علي الأشجار دون تلف لمدد أطول من الأصناف التي تضج في الصيف فأصناف الكمثرى الصيفية التي تكتمل نموها في يوليه وأغسـطس لا يمكن تخزينها علي الأشجار حتى فبراير أو مارس التالي- يسـاعد رش بعـض الثمار بمواد هرمونية مثل 2.4,5.T علي عدم تساقطها خلال هذه الفترة وتتبع هذه الطريقة غالبا مع بعض أصناف التفاح.

### ٢) تخزين الثمار في الحقل:

أ- يمكن تخزين بعض أصناف الخضر مثل البطاطا البطاطس بتركها في الحقـل دون تقليع وتتفاوت هذه المدة باختلاف الصنف وباختلاف الجو السـائد فـي المنطقة.

ب- قد تدفن بعض الثمار مثل الموالح بعد قطفها في التربة الرملية وفي هـذه وفي هذه الحالة من الواجب عدم تراكم المياه حول الثمار.

ج- قد تخزن بعض الثمار في المزرعة في الظل أما تحت ظلال الأشـجار كمـا يتبع في بعض بلدان جنوب أوربا مع ثمار التفاح مع تغطية أكوام انثمار بـالقش- أو تحت تعريشه كما يعمل مع البطاطس في بعض الجهات بجمهوريتنا حيث يطلق علي هذه التعاريش اسم النوالات.

٣) التخزين في غرف مهواة (التخزين المعتاد):

أ- توضع الثمار في غرف مبنية من الخشب أو البناء ذات فتحات مناسبة للتهوية ولا ينصح باستخدام هذه الطريقة إلا في تخزين ثمار البصل والثوم.

ب- تخزن الثمار في غرف مثل السابقة تبنى بحيث تكون بأكملها أو جزء منها مدفون تحت سطح الأرض وتظهر فتحات التهوية فوق سطح الأرض.

ج- تبنى مخازن خاصة بحيث تكون جدرانها جيدة العزل للحرارة ولهذه المخازن فتحات خاصة مجهزة بمراوح مركب بعضها بحيث يمتص هواء من خارج المخزن والبعض الآخر بحيث يطرد الهواء من المخزن- تقفل هذه الفتحات أثناء النهار وتفتح وتدار المراوح ليلا فيمكن تبريد المخزن بدرجة الحرارة الجوية المنخفضة ليلا تستخدم هذه الطريقة بكثرة في تخزين ثمار التفاح في بلاد شمال أوربا.

٤- التخزين بالتبريد الصناعي

يقع ضمن هذا النوع من التخزين جميع أنواع التخزين التي يستخدم فيها مخازن تخفض درجة الحرارة داخلها بوسائل صناعية منها:-

١- استعمال الثلج ومخاليطه في التبريد:

بدأ الإنسان في استخدام الثلوج الطبيعية من زمن بعيد حيث عمل علي حفظ غذائه في بعض الكهوف التي توجد في الجبال العالية إلى يتأخر فيها ذوبان الثلوج في الربيع. وعندما صنع الثلج صناعيا بدأ في استخدامه في التخزين وذلك بعمل مخازن خاصة بوضع داخلها الثلج في أجزاء خاصة تقوم بتبريد جو الغرفة أو بوضع الثلج المجروش علي الثمار نفسها. وباكتشاف المخاليط المبردة استخدمت هذه في تبريد جو الغرف نظر لانخفاض درجة حرارتها عن حرارة الثلج العادي ثم تحورت طريقة التبريد في هذه المخازن أو أصبحت تجرى بأمرار تيار هوائي علي الثلج أو مخلوط الثلج في مكان خاص ثم امرار الهوار البارد داخل غرفة،

التبريد حيث يقوم بتبريد جوها وقد بطل استخدام هذه الطريقة في الغالب البلـــدان ومن عيوب هذه الطريقة:

١- ازدياد الرطوبة في جو المخزن يسبب كثرة نمو الفطريات به.

٢- عدم التمكن من تخفيض درجة حرارة جو المخزن إلى الحرارة المطلوبة.

٣- كثرة التكاليف في الغالب نظرا لارتفاع ثمن الثلج.

**٢- التبريد باستخدام الثلج الجاف:**

قد يستخدم ك أ٢ الصلب (الثلج الجاف- ثلج ثاني أكســيد الكربــون) فــي التبريد نظرا لانخفاض درجة انصهاره ويوضع هذا الثلج أما داخل المخازن فــي مكان خاص أو مجروشا فوق الثمار غير أن استخدام هذا الثلج قــد يــؤدي إلــى أحداث بعض الأضرار بالثمار ولا يستخدم حاليا إلا في تبريد بعض وسائل النقل.

**٣- التبريد الآلي :**

تستخدم أجهزة خاصة لأحداث التبريد في غرف التخزين ويعتبر التخزيــن في غرف مبردة آليا أحسن الطرق المستخدمة في التخزين حاليا وأكثرها انتشــارا ولهذا النوع من طرق متعددة سنعود للحديث عنها فيما بعد .

**٤-التخزين في جو معدل من الغازات :**

في هذه الطريقة من التخزين يتحكم في الجو الداخلي المخازن بطريقة تقليل من تنفس الثمار مما إلي أطاله حياتها وبالتالي إلى زيادة مدة تخزينها وهي طريقــة من طريق التخزين الحديثة سنناقش بالتفصيل فيما بعد .

**العوامل التي تؤثر علي طول مدة تخزين الثمار:**

يؤثر علي العمليات الحيوية بالثمار أثناء التخزين علي طول مدة تخزينـــها عدة عوامل منها :-

١- نوع الثمار :-

تقسم ثمار الخضر والفاكهة ألي أربع مجاميع من ناحية قابليتها للتخزين :-

أ- أنواع يمكن تخزينها لمدة طويلة ( تصل إلى عام ) البطاطس - الثوم - البصل - التفـاح .

ب- أنواع يمكن تخزينها لمدة متوسطة ( عدة أشهر ) مثل الموالح - الكمثري.

ج- أنواع لا تخزينها الأسابيع محدودة مثل الخوخ والمشمش والبرقوق والموز والطماطم.

د- أنواع غير قابلة للتخزين إلا لأيام معدودة مثل الشليك.

٢- حالة الثمار عند القطف:

سبق أن ذكرنا بالتفصيل تأثير حالة الثمار عند القطف علي نشـاطها الحيـوي وعموما تعتبر الثمار النشطة حيوية أقل قابلية للتخزين من الثمار الأقل نشاطا .

٣- درجة حرارة غرف التخزين :

تؤثر دراجات حرارة مخازن التخزين تأثيرا كبيرا علي مدة حفظ الثمار حيـث انه من المعروف أن الحيوي للثمار تزداد سرعته بارتفاع دراجات الحرارة مما يـؤدي إلى قصر عمر الثمار في المخازن وهناك درجة خاصة لكل نوع من الثمـار تعـرف بدرجة حرارة الحد الأقصى للتخزين ويلاحظ أن ارتفاع درجة الحرارة عن هذه الدرجة يؤدي إلى إسراع التفاعلات الحيوية بدرجة واضحة كما أن هناك درجة حرارة لكل نوع من الثمار يطلق عليها درجة الحد الأدنى للتخزين إذا ما خزنت الثمـار علـي درجـة منخفضة عنها فيحدث لها أضرار كثيرة أما أحسن درجة للتخزين ( الدرجة المثلـى ) فتقع بين هاتين الدرجتين (أنظر الجدول) وعموما فيلاحظ أن ثمار البيئـة الاسـتوائية والتحت استوائية كالموز والمانجو تحتاج لدرجات أعلي عند تخزينها من ثمـار البيئـة المعتدلة الباردة كالتفاح.

٤- الرطوبة النسبية

من الواجب توفر نسبة خاصة من الرطوبة في جو المخازن حتى تنجح عملية التخزين ويلاحظ أن انخفاض درجة الرطوبة في الجو عن حد خاص يؤدي إلـى ازداد فقد الماء من الثمار كما أن ازديادها كثيرا يساعد علي نمو بعـض الفطريـات داخـل المخازن وقد يؤدي إلى أنبات درنات البطاطس والبصل.

درجات الحرارة والرطوبة المثلى لتخزين بعض الثمار

| نوع الثمار | الدرجة المثلى للتخزين (ف) | الرطوبة النسبية | مدة التخزين |
|---|---|---|---|
| برتقال | ٣٠-٣٧ | ٨٥-٩٠ | ٨-١٢ أسبوع |
| ليمون مالح | ٤٨-٥٠ | ٨٥-٩٠ | ٦-٨ أسبوع |
| جريب فروت | ٤٥-٥٥ | ٨٥-٩٠ | ٦-٨ أسبوع |
| يوسفي | ٣١-٣٨ | ٨٥-٩٠ | ٢-٤ أسبوع |
| مانجو | ٥٠ | ٨٥-٩٠ | ١٥-٢٠ يوم |
| عنب | ٣٠-٣١ | ٩٠-٩٥ | ٣-٦ أشهر |
| كمثرى | ٣٠-٣١ | ٩٠-٩٥ | ٢-٦ أشهر |
| تفاح | ٣٠-٣١ | ٨٥-٩٠ | ٢-٨ أشهر |
| رمان | ٣٤-٣٥ | ٨٥-٩٠ | ٢-٤ أشهر |
| خوخ | ٣١-٣٢ | ٨٥-٩٠ | ١-٢ أسبوع |
| مشمش | ٣١-٣٢ | ٨٥-٩٠ | ٣-٤ أسبوع |
| برقوق | ٣١-٣٢ | ٨٥-٩٠ | ٣-٤ أسبوع |
| موز | ٥٦-٦٠ | ٩٠-٩٥ | عدة أسابيع |
| طماطم (مكتملة النمو) | ٥٥-٧٠ | ٨٥-٩٠ | ٢-٦ أسبوع |
| ناضجة | ٥٠ | ٨٥-٩٠ | ٨-١٢ يوم |
| خرشوف | ٣٢ | ٩٠-٩٥ | ٣٠ يوم |
| فاصوليا خضراء | ٤٥-٥٠ | ٨٥-٩٠ | ٨-١٠ يوم |
| جزر | ٣٢ | ٩٠-٩٥ | ٤-٥ أشهر |
| خيار | ٤٥-٥٠ | ٩٠-٩٥ | ٢-٣ أشهر |
| باذنجان، فلفل | ٤٥-٥٠ | ٨٥-٩٠ | ١٠ أيام |
| خس | ٣٢ | ٩٠-٩٥ | ٢-٣ أسبوع |
| بطيخ | ٣٦-٤٠ | ٨٥-٩٠ | ٢-٣ أسبوع |
| بصل، ثوم | ٣٢ | ٧٠-٧٥ | ٦-٨ اشهر |
| بسلة خضراء | ٣٢ | ٨٥-٩٠ | ١-٢ أسبوع |
| بطاطس | ٤٠-٥٠ | ٨٥-٩٠ | ٥-٨ اشهر |
| كوسة | ٣٢-٤٠ | ٨٥-٩٠ | عدة أسابيع |
| شليك | ٣١-٣٢ | ٨٥-٩٠ | ٧-١٠ يوما |

(مأخوذة عن نشرات وزارة الزراعة الأمريكية)

٥- نواتج التنفس:

تراكم بعض ناتجات التنفس مثل الغازات الايدروربونية الغير مشبعة في جو المخازن يؤدي إلى ازدياد النشاط الحيوي للثمار.

٦- تلوث جو المخازن:

وجود بعض الفطريات أو الحشرات بحجر التخزين يؤدي إلى إصابة الثمار بتلف وبالتالي إلى قصر مدة تخزينها.

٧- استخدام بعض المواد المثبطة للنمو:

وجد أن استخدام بعض المواد التي لها خاصية تقليل النشاط الحيوي للثمار مثل مادة maleic Hydrazide تؤدي إلى إطالة مدة التخزين – وتستخدم هذه المادة أحيانا مع البصل والبطاطس حيث ترش نباتاتها بتركيزات من هذه المادة قبل التقليع علي تأخير أنبات الأجزاء المخزنة أثناء التخزين ما يطيل مدتها وسوف نعود للحديث عنها عند التحدث علي هذه المحاصيل بالتفصيل.

## التخزين بالتبريد

## Cold Storage

ذكرنا عند استعراض أنواع المخازن والطرق المختلفة لتخزين الثمار أن التخزين بالتبريد يعتبر من أحسن طر ق التخزين حيث يمكن بهذه الطريقة إطالة حياة الثمار بعد القطف إلى فترات تختلف بالنسبة لعوامل متعددة.

ومن الواجب البدء في تبريد الثمار بعد الجمع بمدة بسيطة حيث أن التأخر في هذه العملية قد يؤدي إلى عدم نجاح عملية التخزين كما يجب مراعاة عدم تخزين ثمار غير التي يتوفر فيها اشتراطات خاصة من ناحية النضج وأن تكون قد سبق تجهيزها وتعبئتها التعبئة المناسبة.

مخازن التبريد:

وهي ما يطلق عليها أحيانا اسم "الثلاجات" ويجب توفر اشتراطات خاصة في هذه المخازن وتجهيز تجهيزا خاصا في تصميم هذه الثلاجات وإدراتها بالاشتراك مع المهندس الزراعي المختص مهندس التبريد الأخصائيين.

اختيار موقع الثلاجات:

لاختيار مواقع الثلاجات أهمية كبيرة من ناحية نجاح وفاعلية واقتصاديات عملية التخزين وفيما يلي توضيح بسيط للطريقة المثلى لتوزيع ثلاجات الخضر والفاكهة واختيار مواقعها.

أ- الثلاجات الريفية: يختار موقع هذه الثلاجات في وسط مناطق تركيز زراعة الخضر والفاكهة حيث من الواجب أن يكون بكل منطقة ثلاجات تختلف سعتها باختلاف إنتاج حيث أن من الواجب إدخال الثمار إلى سوف تخزن في هذه الثلاجات بمجرد فرزها وتنظيفها وتدريجها وتعبئتها، وعموما تلحق بهذه الثلاجات بيوت خاصة للتعبئة تقوم بأجراء هذه العمليات أو يؤدي هذا الغرض بيوت تعبئة منفصلة. كما تجهز هذه الثلاجات بأجهزة تبريد أولى سريعة تقوم بتبريد الثمار إلى درجة التخزين في ساعات قليلة ومن الواجب أن يملكها الجمعيات التعاونية للمنتجين.

ب- الثلاجات المركزية: وهي ثلاجات أكبر في السعة وتوجد غالبا بالقرب من مراكز الاستهلاك فتبنى مثلا في أسواق الجملة بالمدن الكبيرة أو في الموانى وتنتقل الثمار من الثلاجات الريفية إلى الثلاجات المركزية في وسائل نقل سريعة يستحسن أن تكون مبردة أو تنقل مباشرة إلى المستهلكين وفي الثلاجات المركزية تجمع الثمار من مراكز الإنتاج وتحفظ لحين بيعها إلى الثمار أو إلى حين شحنها في البواخر إذا كانت ستصدر إلى الخارج ويجب أن يملكها الجمعيات التعاونية أو هيئات التسويق وحاليا يوجد عديد من الثلاجات المركزية بالمحافظات والمراكز وعلي الطرق السريعة تستخدم في حفظ الثمار سواء للتصدير أو للتقاوي.

**وعموما يجب أن يتوفر في موقع مخزن التبريد:**

١- سهولة المواصلات.

٢- توفر مصدر مائي نقي.

٣- توفر التيار الكهربائي أو القوة المحركة.

**بناء الثلاجة:**

يجب أن يتوفر في بناء الثلاجة: متانة البناء – السعة الكافية – النظافة – توفر أماكن الإدارة والورش – تخصص أماكن خاصة لغرف التبريد وغرف ماكينات الإدارة – سهولة ملأ وتفريغ الغرف – وقد وجد انه من الأوفق أن تكون غرفة التبريد الواحدة ذات سعة محدودة بحيث تعبأ في وقت قصير ولا يعاد فتح وإغلاق أبوابها كثيرا لتكملة تعبئتها كما تكون محكمة الإغلاق سهلة التهوية.

تبنى مخازن التبريد عادة بمواد البناء المعروفة غير أن حوائط وأسقف غرفها تغطى بمواد عازلة تعمل علي بطأ تسرب الحرارة الخارجي إلى داخل الغرف ومن هذه المواد الفلين – نشارة الخشب – الصوف الزجاجي- اسبستوس كما أن وجود طبقة من الهواء الساكن بين حوائط المبنى تعمل كعازل جيد للحرارة.

**آلات التبريد:**

يبرد جو غرف التبريد آليا باستخدام التبريد الخاصة التي تختلف قوتها باختلاف سعة الغرف والجو الخارجي وعوامل أخرى سوف نعود إلى الحديث عنها فيما بعد.

**نظرية تشغيل آلات التبريد:**

تعتمد هذه النظرية أساسيا علي أن بعض الغازات مثل غاز النوشادر والفريون ١٢ (Freon12) والتي تكون في حالة سائلة عند ضغطها ثم يسمح لها بالتمديد الفجائي تتحول إلى غازات وعند تولها إلى غاز تمتص كمية من الحرارة

يعمل علي تبريد الجو المحيط الرسم المبين يوضح قطاع طولي في جهاز تبريد بسيط ولتشغيله يملأ المستقبل بالغاز المضغوط (الأمونيا أو الفريون غالبا) ويسمح للسائل بالتسرب من صمام الانتشار حيث يلقى ضغطا في مواسير التبخير (التي توجد في المكان المراد تبريده) فتحول إلى بخار ويمتص الحرارة اللازمة في ال جو المحيط بالمواسير ويوجد في نهاية مواسير التبخير مكبس يقوم بكبس الغاز حيث يتحول ثانية إلى سائل في مواسير التكثيف ويعود التجميع في خزان الاستقبال وتكرر هذه العملية باستمرار يتصل بالعكس وبالتالي دورة التبريد عند انخفاض درجة الحرارة عن الدرجة المطلوبة ويعود إلى العمل ثانية عند ارتفاع درجة الحرارة عن هذه الدرجة.

**حمولة التبريد:**

يقصد بحمولة التبريد كمية الحرارة الواجب التخلص منها من فراغ التبريد حتى تصبح الثمار المحفوظة بداخلها في درجة الحرارة المطلوبة ويجب تقدير هذه الحمولة للغرف المختلفة قبل الشروع في إنشائها حيث أن قدرة آلات التبريد تختلف بالنسبة لهذه الحمولة ويجب أن تقدر الحمولة بالنسبة لأقصى كمية من الحرارة يحتمل ظهورها في جو الغرف وتؤثر في كمية الحرارة هذه عوامل متعددة منها:

١- كمية الحرارة الموجودة بالثمار وقت إدخالها للمخازن.

٢- كمية الحرارة التي تتولد من الثمار أثناء مدة التخزين (نتيجة لتنفسها).

٣- كمية الحرارة التي تنقل من الجو الخارجي إلى داخل الغرف أثناء التخزين خلال حوائط الثلاجة.

٤- كمية الحرارة التي تنفذ من أبواب الثلاجات والفتحات المختلفة أثناء الفتح والإغلاق والتهوية.

ويقوم مهندس التبريد بحساب "حمولة التبريد" مع وجوب الاستعانة بالمهندس الزراعي المختص والذي سوف يشرف علي النشاط الحيوي للثمار وهذه

الحسابات يتدخل فيها عوامل كثيرة ويمكن تلخيصها باختصـــار كبـير لمجـرد إيضاح فكرة عنها فيما يأتي:-

قبل البدء في شرح طريقة حساب حمولة التبريد من الواجب أن نكون علي دارية بالاصطلاحات التالية:-

**<u>وحدة الحرارة البريطانية British thermal Unit (B.T.U)</u>** وهي عبارة عـن كمية الحرارة اللازمة لرفع أو خفض حرارة رطل واحد من الماء درجة واحــدة فهرنهتيه.

**طن التبريد:-**

وهو عبارة عن كمية الحرارة اللازمة لاذابة رطل واحد من الثلج ويطلــق عليها الحرارة الكامنة للذوبان وتساوى ١٤٤ B.T.U.

**الحرارة النوعية للمواد:**

تعرف الحرارة النوعية لمادة ما بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفـــع درجـــة رطل واحد منها درجة واحدة فهرنيتيه – وتختلف الحرارة النسبية للثمار بالنســـبة لما تحويه من مواد صلبة ورطوبة.

**معامل انتقال الحرارة في المباني والمواد العازلة:**

وهو عبارة عن عدد الواحدات البريطانية (B.T.U) التي تنقل خلال ســطح من المادة مساحته قدم مربع واحد وسمكه بوصة واحدة في الساعة عندما يكـــون الفرق في درجات الحرارة درجة واحدة فهرنتيه.

**جدول يبين معادل انتقال بعض المواد**

| | | |
|---|---|---|
| الهواء الساكن | ٠,١٧٥ | الخرسانة المسلحة – ٦,٠ – ٩,٠ |
| اسبستوس | ٠,٨٣ | |
| الطوب الأحمر | – ٤,٠ – ٥,٠<br>٠,٣٣ | |
| نشارة الخشب | ٠,٣٦ | |

## الحرارة الحيوية:

وهي عبارة عن كمية الحرارة التي تنتج من الثمار أثناء تنفسها في مدة معينة ويؤثر فيها سرعة تنفس الثمار– درجة حرارة التخزين – كمية الثمار المخزنة وتقدر هذه الحرارة في سعرات خاصة أو يجرى حسابها بمعادلات خاصة.

| الثمار | درجات التخزين (ف) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ٣٢ | ٤٠ | ٥٠ | ٦٠ |
| برتقال | ١٠٣٠-٤٢٠ | ١٥٦٠-١٣٠٠ | ٤٨٢٠-٢٤٠٠ | ١٥٧٠-٣٦٥٠ |
| طماطم (بالغة) | ٥٨٠ | ١٠٧٠ | – | ٦٣٣٠ |
| طماطم (ناضجة) | ١٠٢٠ | ١٢٦٠ | – | ٥٦٤٠ |
| كمثرى بارتليت | ٨٨٠-٦٦٠ | – | – | ١٣٢٠٠-٨٨٠٠ |
| شليك | ٣٨٠٠-٢٣٧٠ | ٦٧٥٠-٣٦١٠ | ١٣٠٩-٩٤٨٠ | ٢٠٢٨٠-١٥٦٤٠ |

**ويؤثر في كمية الحرارة الواجب التخلص منها من غرفة التبريد عدة عوامل:**

أ- كمية الحرارة الواجب إزالتها من الثمار حتى تصبح درجة حرارتها مساوية لدرجة حرارة التخزين = و × (ف$_1$ – ف$_2$ ×ح).

و= وزن الثمار

ف$_1$= درجة حرارة الثمار الابتدائية

ف$_2$= درجة الحرارة المطلوبة تخزين الثمار عليها.

ح= الحرارة النوعية للثمار

(يؤثر في الحرارة للثمار ما تحويه من الماء والمواد الصلبة)

ب- كمية الحرارة الواجب أزالتها من مواد التعبئة والعبوات:

= و ×(ف$_1$ – ف$_2$) × ح

و= وزن العبوة أو المادة

$ف_1$ = درجة الحرارة الابتدائية لها.

$ف_2$= درجة حرارة التخزين

ح= الحرارة النوعية للعبوة أو المادة.

ج- كمية الحرارة التي تنفذ من الجو الخارجي إلى داخل الثلاجة خلال حوائطها:

$$= \frac{(ف_1 - ف_2) \times ك \times م \times ت}{س}$$

$ف_1 - ف_2$ = الفرق بين درجة الحرارة الخارجية والداخلية

ك= معامل انتقال حرارة مادة الجدران

س= سمك الجدران بالبوصة

م= مساحة سطح حوائط الثلاجة أو المخزن

ت= مدة التخزين بالساعة

إذا صنعت حوائط المبنى من جملة مواد فيقدر معامل الانتقال خلال هذه الحوائط المعادلة الآتية:

$$ك = \frac{س_1 + س_2 + س_3}{ك_1 \quad ك_2 \quad ك_3}$$

$س_1$ = سمك المادة الأولى.

$ك_1$= معامل الانتقال لهذه المادة وهكذا.

وتكون المعادلة المستخدمة لتقدير نفاذ الحرارة بعد ذلك هي الآتية:

$ك \times م \times ف_1 - ف_2 \times ت$

د – الحرارة الحيوية للثمار:

= و × ى × ت

و= وزن الثمار

ى= الحرارة الحيوية للثمار (في ٢٤ ساعة)

ت= المدة الذي تخزن فيها الثمار.

هـ- الحرارة المتسربة من الفتحات أثناء قفل وفتح وتهوية الثلاجة:

ويصعب تقدير هذه الكمية من الحرارة إلا أنها تقدر بحوالي ٣٠% من جملة كمية السابق تقديرها .

مثال: قدر حمولة التبريد المخزن ما في ٢٤ ساعة علما بان هذا المخزن يستخدم غالبا لتخزين ٥طن من ثمار البرتقال وفي درجة حرارة ٤٠ف وان الطن الواحد من البرتقال يعبا في٣٠ صندوق خشبيا وزن الصندوق الفارغ منها ٤ارطال وان الحرارة الحيوية للبرتقال ١٣٠٠وحدة بريطانية ومعامل انتقال الحرارة خلال حوائط الثلاجة ٢, ٠ وحدة وساحة الحوائط الداخلية وسقف المخزن ٦٠٠قدم ودرجة حرارة الجو الخارجي ٧٠ف والحرارة النوعية للبرتقال ٨٠, ٠ وللخشب ٣٣, ٠

الحل :الحرارة الواجب أزالتها من الثمار = و×(ف١–ف٢)×ح

=٢٠٠٠٠(٧٠–٤٠)×٨٠, ٠

=٢٤٠٠٠٠B.T.U.

الحرارة الواجب أزالتها من الصناديق =و×(ف١–ف٢)×ح

=٦٠٠×(٧٠×٤٠)×٣٣, ٠

=٩٥٤٠B..T.U.

الحرارة النافذة في ٢٤ ساعة =ك×م×(ف١–ف٢)×ث

=٢, ٠×٦٠٠×(٧٠-٤٠)٠٢٤

=٨٦٤٠٠ B.T.U

الحرارة الحيوية للثمار في ٢٤ ساعة =و×ى×ت

=٥×١٣٠٠×١

=٦٥٠٠.B.T.U

جملة المقدر من الحرارة =٢٤٠٠٠+٥٩٤٠+٨٦٤٠٠+٦٥٠٠

=٣٣٨٨٤٠.B.T.U

الحرارة المقدر من الفتحات =٣٣٨٨٤٠×٣٠/١٠٠

=١٠١٦٥٢B.T.U

جملة الحرارة الواجب أزالتها في ٢٤ ساعة (حمولة التبريد)=٣٣٨٨٤٠+١٠٦٥٢

=٤٤٠٤٩٢B.T.U

$$\frac{٤٤٠٤٩٠=}{٢٨٨٠٠٠}$$

=١،٥٥طن تبريد

**٤- طرق التبريد:**

تنقسم الطرق المستخدمة في التبريد إلى :-

**أ- تبريد مباشر:**

في هذه الطريقة توضع أنابيب التبريد داخل غرف التبريد نفسها ويعاب عليها بان بعض من الرطوبة الموجودة داخل غرف المخزن تتكثف على أنابيب التبريد مما يحتاج معه إلى أذابتها من أن لأخر كما أن تراكم هذا الثلج يؤدى إلى زيادة نمو الفطريات في غرف التخزين.

ب–تبريد غير مباشر:

أما التبريد في هذه الطريقة فيختلف عن التبريد في الطريقة السابقة في أن مواسير التبريد لا تركب داخل غرف التبريد بل خارجها ويتم التبريد عن طريق وسط يبرد بهذه المواسير ثم يمر في غرف التبريد فيبردها في دورا ومن الطرق المستخدمة في التبريد الغير مباشر الاتى :

التبريد بواسطة المحاليل الملحية :–

تمرر أنابيب التبريد داخل محلول ملحي يوضع في خزانات خاصة ثم يدفع المحلول بعد تبريده بواسطة طلمبات خاصة في مواسير مركبة في غرف التبريد ويتم التبريد بواسطة هذا المحلول البارد ويمكن بهذه الطريقة التحكم في درجات الحرارة بالتحكم في نسب الملح بالمحلول .

التبريد بواسطة الهواء المبرد:–

يوجد حاليا ثلاث طرق للتبريد بالهواء وهى :

ا–يمرر الهواء على مواسير التبريد ثم يدفع الهواء البارد بمراوح خاصة إلى غرف التبريد ثم يسحب من هذه الغرف ويبرد ثانية ويعاد دفعة وهكذا ويعاب على هذه الطريقة أن كثرة حركة الهواء تؤدى إلى زيادة فقد الرطوبة من الثمار خصوصا فان هذا الهواء يجفف باستمرار نتيجة لا مرارة على مواسير التبريد .

ب–في هذه الطريقة يبرد الهواء الداخل إلى الغرف التخزين بواسطة رذاذ من محلول ملحي مبرد–وهذه الطريقة احسن من السابقة حيث أن الهواء يكون محتويا على نسبة كافية من الرطوبة باستمرار ما يؤدى إلى عدم فقد كمية كبيرة من رطوبة الثمار .

ج–أما هذه الطريقة فتجرى بالتكييف الكلى (للحرارة والرطوبة) للهواء الداخل إلى الغرفة باستخدام أجهزة التكييف المعروفة وهذه الطريقة من احسن الطرق

وكانت قليلة الاستخدام فيما مضى نظرا لغلو التكييف إلا أن رخص الآلات في الفترة الأخيرة أدى إلى البدء في استخدامها على نطاق واسع.

التحكم في الرطوبة في جو المخازن :

من الواجب توافر نسبة خاصة من الرطوبة في المخازن تتلاءم من نوع الثمار المخزونة التحكم في هذه الرطوبة بأجهزة تعمل اتوماتيكيا أو يوضع داخل المخزن وعاء به ماء ويترك داخلة حتى ترفع درجة الرطوبة بالتبخر ثم يرفع كما يمكن تقليل نسبة الرطوبة بوضع بعض المواد الممتصة لها مثل السلكاجل في أوعية خاصة بالثلاجة وتجهز كل ثلاجة بجهاز لقياس الرطوبة النسبية بها وغالبا ما يكون من نوع المسجل ....Hydrogaphs التي تسجل الرطوبة لمدة معينة

التخلص من ناتجات التنفس:

من الواجب عمل نظام خاص للتخلص من ناتجات التنفس بالجو الداخلي للثلاجات خصوصا الغازات الايدروكربونية الغير مشبعة وتستخدم لذلك عدة طرق منها:-

١-امتصاص هذه الغازات بواسطة غازات ممتصة لها مثل الفحم المنشط Activated Charcoal

٢-تجديد هواء غرف التبريد بحسب الهواء الموجود داخلها بعد مدد معينة ثم دفع هواء جديد نقى مكانة .

٣-تحريك المواد داخل الغرفة بمراوح خاصة حتى لا تراكم هذه الغازات فوق الثمار.

التبريد الأولى

Precooking

من المعروف أن كمية من الثمار تتعرض أثناء نقلها من الحقل إلى بيوت التعبئة أو أثناء تجهيزها أو عند نقلها إلى المخازن للفساد نتيجة لارتفاع الحرارة وتدعمنا أنه أثناء تخزين الثمار بالتبريد من الواجب إزالة كمية كبيرة من الحرارة

منها حتى تنخفض درجة حرارتها إلى الدرجة المطلوبة وتــزداد حمولــة تــبريد الثلاجات بارتفاع درجة حرارة الثمار الداخلة إلى المخازن مما يزيد من تكـــاليف الإنشاء وكذلك فإن المدة التي يتم بعدها اكتساب كل أجزاء الثمار الدرجة المطلوبة للتخزين تستغرق عدة أيام في الثلاجات العادية نتيجة لبطئ توصيل الثمار للحرارة مما يزيد فرصة حدوث الفساد. ولتلافي ذلك من الواجب إجراؤها عمليــة تــبريد سريعة للثمار بعد الجمع والتجهيز وقبل النقل أو التخزين وتعرف هذه العملية باسم التبريد الأولى السريع.

ويتجرى بعدة طرق منها:

١- وضع عبوات الثمار (صناديق الحقل أو التعبئة) داخل ثلاجات تنخفض فيها الحرارة عن الدرجة المثلى للتخزين وتجهز هذه الغرف بمراوح كبيرة تحـرك دفع الهواء بسرعة داخل هذه الغرف وترفع الثمار من الغرفة بمجرد أن تقـل درجة حرارتها للدرجة المطلوبة وتستغرق هذه العملية مدة ٣-٤ ساعات.

٢- إمرار الصناديق الموضوع بها الثمار داخل عربات صغـيرة فـي أنفـاق خاصة صغيرة يدفع داخلها هواء بارد بسرعة كبيرة وتتم عملية التبريد فـي هذه الطريقة في مدة لا تزيد عن ٣-٤ ساعات. وتجهز حاليا غالبية مراكـز التخزين بمثل هذه الإنفاق حيث تبرد بها الثمار ابتدائيا قبـل إدخـال لغـرف التبريد مما يؤدي إلى انخفاض حمولة التبريد عن هذه الغرف.

٣- دفع تيار من الهواء البارد بسرعة كبيرة من أجهزة خاصة داخل عربـات السكة الحديد أو سيارات النقل المقفلة ويستمر دفع الهواء حتى تنخفض درجـة الحرارة إلى الدرجة المطلوبة وفي الغالب تخفض حرارة العربة أو السـيارة بهذا الهواء قبل التعبئة ثم يعاد التبريد بعد التعبئة.

٤- تبرد الثمار بغمسها في ماء مثلج (٣٥-٤٠ف) وتمتـاز هـذه الطريقـة بسرعتها وقد يضاف لماء التبريد بعض المطهرات وتستخدم مع ثمار الخـوخ

أو المشمش (١٥ق) والبسلة (عـدة ثوانـي) الـهليون (١٥-٣٠ق) والثمـار المشابهة.

٥- كمية من الثلج المجروش علي سطح العبوات كالمتبع أحيانا مع البسلة غير أن هذه الطريقة قد تعرض الثمار للتلف.

٦- وضع كمية من الثلج والملح أو الثلج الجاف في عبوات خاصة داخل غرف مجهزة بمراوح أو داخل وسائل النقل وقد بطل استخدام هذه الطريقة تقريبا.

## التخزين في جو معدل (التخزين بالغاز)

النظرية الأساسية في هذه الطريقة من التخزين هي أنه عند حفظ الثمار في جو تقل فيه نسبة الأوكسجين أو تزداد به نسبة ثاني أوكسيد الكربون فإن تنفسـها يقل وبالتالي تبطئ العمليات الحيوية الأخرى بها وتطول مدة حفظها ويكمن حينئـذ تخزينها علي درجات حرارة أعلى من المعتاد عليها وإبقائها صالحة للتسويق مـدة طويلة.

والمخازن أو الثلاجات المستخدمة في هذه الطريقة من النوع المبرد غـير أن غرفها تكون محكمة الإغلاق لا تسمح بتسرب الغازات وتجهز بأجهزة خاصـة لسحب الهواء من جوها وإعادة إدخاله بعد تعديـل نسـبة $أ_2$، ك $أ_2$ بـه للدرجـة المطلوبة ويجرى باستمرار تقدير نسبة هذين الغازين في جو الغـرف باسـتخدام أجهزة خاصة.

وتستخدم بعض مناطق زراعة التفاح بشمال أوربا طريقة سهلة غير مكلفـة وفيها يحكم إغلاق غرف التخزين بعد وضع الثمار وتـترك مقفلـة دون تهويـة فترتفع كمية ك $أ_2$ بجوهما وتقل نسبة $أ_2$ عن الحد المطلوب وبالتحكم تفتح طاقـة صغيرة بباب الغرفة حتى لا تزداد نسبة ك $أ_2$ وتقل $أ_2$ عن الحد المطلوب وبالتحكم في مقدار هذه الفتحة يكمن تثبيت نسبة الغازات مثبتة للتخلص منها باستمرار وقـد نجح هذا النوع من التخزين وأمكن به إطالة مدة تخزين كثير من الثمار إلا أنه قـد

ثبت أن رفع نسبة ك أ۲ عن حوالي ٥% في الجو المحيط بالثمار قد يؤدي إلى حدوث التنفس اللاهوائي بها وبالتالي تلفها.

### التغيرات التي تحدث بالثمار أثناء التخزين

سبق أنه ذكرنا ملخصا لما يحدث في الثمار من عمليات حيوية بعد جمعها من نباتاتها وقلنا أن هذه العمليات، والتي تعتبر من عمليات الهدم، وتؤدي إلى موت الثمرة وانحلالها وفسادها في النهاية، وتكلمنا عن العوامل التي تؤدي إلى سرعة حدوث هذه العمليات ثم علمنا أن تخزين الثمار تخزينا جيدا بطريقة تؤدي إلى أبطأ حدوث عمليات الهدم يؤدي إلى إطالة عمر الثمار. وعموما تقسم التغيرات التي تحدث بالثمار أثناء التخزين إلى:

أ- **تغيرات عادية:** وهي عبارة عن التغيرات الطبيعية والكيمائية التي تحدث بالثمار أثناء مدى التخزين دون تدخل مسببات مرضية أو غير عادية في حدوثها.

ب- **تغيرات مرضية:** وهي التغيرات التي تحدث نتيجة لإصابة الثمار بأمراض أو آفات أثناء التخزين أو نتيجة لسوء ظروف التخزين.

**التغيرات العادية:**

لا تخرج هذه التغيرات عن التغيرات السابق ذكرها والتي تحدث في الثمار بعد الجمع غير أن سرعة حدوث هذه التغيرات تتوقف توقفا كبيرا علي ظروف التخزين.

أ- التغيرات الطبيعية :

1) اللون:

يتلاشي اللون الأخضر نتيجة لهدم الكلوروفيل - تتلون الثمار بالألوان النهائية. وجد أن الدرجة المثلى لتكوين الليكوبين في الطماطم من ١٩-٢٤ °م انخفاض درجات التخزين تؤدي إلى عدم جودة التلوين. يزيد الضوء من كمية الكاروتين بالثمار.

٢) فقد الرطوبة:

تتوقف سرعة فقد الرطوبة من الثمار أثناء التخزين علي:-

١- درجة حرارة التخزين.

٢- درجة الرطوبة النسبية للمخزن.

٣- سرعة مرور الهواء داخل المخزن.

٤- سمك الكيوتيكل.

٥- نسبة سطح الثمرة بالنسبة لوحدة معينة من وزنها.

٦- الثمار المشمعة والمغلوفة تقل كمية فقدها للرطوبة.

٣) التغير في شكل وحجم الثمار:

يتسبب عن فقد الرطوبة تجعد سطح الثمرة وذبولها بتقدم مدة التخزين قد تتساقط أوراق الكرنب والخس أثناء التخزين.

٤) ليونة الثمار:

تزداد ليونة الثمار بتقدم التخزين نتيجة لتحول البكيتنات الغير ذائبة الموجودة بالجدار الخلايا إلى بكتينات ذائبة وتزداد سرعة هذه العملية بارتفاع درجة حرارة التخزين.

ب- التغيرات الكيمائية:

١- تنفس الثمار:

تزداد سرعة تنفس الثمار بازدياد درجة حرارة التخزين وزيادة أ٢ وتقل بازدياد ك أ٢ وتعمل زيادة سرعة تنفس الثمار علي سرعة استهلاك الغذاء المخزن بالثمرة خصوصا المواد الكربوايدراتية وقلة مدة التخزين وينتج أثناء تنفس الثمار في مدة التخزين علاوة علي ك أ٢ كمية من الغازات أهمها الايثلين الذي يمثل ٧٠-٨٠% من هذه الغازات وعموما لا تزيد كمية الكربون الموجودة في هذه الغازات عن ١% من جملة الكربون الناتج في عملية التنفس تزداد كمية هذه الغازات بطول مدة بقاء الثمار في المخازن ومن الواجب إزالتها حيث أنها تكون كعوامل منشطة لسرعة عمليات الهدم.

٢- المواد الكربوايدراتيه:-

يتحول النشا إلى سكر أثناء التخزين تزداد سرعة التحويل بانخفاض درجة حرارة التخزين- تزداد نسبة السكريات في أوائل مدة التخزين نتيجة لتحول النشا ثم تقل كميتها بعد ذلك نتيجة لاحتراقها بالتنفس.

٣- المواد البروتينية:-

يحدث تغير لنسب البروتين بالثمار أثناء التخزين فقد وجد في حالة تخزين قرون الفاصوليا الخضراء انتقال النيتروجين من المبيض إلى البذور وأن سرعة تحلل النيتروجين تقل بقلة درجة الحرارة.

٤- البكتينات:-

تزداد سرعة تحلل البكتينات الغير ذائبة إلى ذائبة بارتفاع حرارة التخزين.

٥- الحموضة الكلية:

قد تزداد الحموضة الكلية للثمار أثناء الفترة الأولى للتخزين لتكون أحماض عضوية جديدة، ثم تقل الحموضة بعد ذلك نتيجة لاستخدام الأحماض العضوية في التنفس.

٦- الفيتامينات:

تقل أثناء التخزين نتيجة لأكسدتها.

٧- الإنزيمات:

تستمر في نشاطها أثناء التخزين نتيجة للنشاط الحيوي القائم في الثمرة يؤدي ارتفاع حرارة التخزين وتركيز الغازات الأيدروكربونية بجو المخزن إلى نشاط الأنزيمات المحللة في جو المخازن ومن ناحية أخرى يزداد نشاط إنزيم الأميليز والفوسفور يليز في درنات البطاطس بانخفاض درجة الحرارة (عن ٦ °م) مما يسبب تحول النشا إلى سكر بسرعة.

ج- التغيرات المرضية:

يمكن تعريف التغيرات المرضية بأنها التغيرات الناشئة عن اختلال في الوظائف الحيوية للثمرة مما ينشأ عنه ظهور أعراض علي الثمار لا تظهر في الحالات العادية وظهور آثار ضارة بالثمار وبالتالي فسادها المبكر أثناء التخزين.

وعموما تنتج هذه الأضرار عن مسببات مختلفة منها:

١- أسباب فسيولوجية: وهي التي تحدث في الثمار نتيجة لمؤثرات لا تسببها كائنات حية أهمها:

أ- انخفاض درجات الحرارة أثناء التخزين إلى الدرجة التي تضر بالأنسجة الثمرية وتسبب قتلها.

ب- عدم كفاية الأوكسجين بالمخازن أو عدم وصوله إلى الأنسجة الداخلية للثمار بالدرجة التي تكفي لتنفسها وبالقدر الذي يسمح باستمرار حياتها.

ت- تراكم الغازات الغير مشبعة Emanation Gases بجو المخزن.

- **أسباب باثولوجية:** وهي التي تنتج عن إصابة الثمار بكائنات حية دقيقة مثل الفطريات والبكتريا.

- إصابات ناتجة عن أصابه الثمار بالحشرات أو بعض الكائنات الحيوانية الأخرى.

**الأمراض الفسيولوجية:**

**(أ) أمراض البرودة:**

سبق أن ذكرنا أن التخزين بالتبريد يعتبر من أهم وانجح وسائل التخزين وأن انخفاض درجة الحرارة التخزين يؤدي إلى قلة العمليات الحيوية داخل الثمار وبالتالي إطالة مدة تخزينها إلا أن انخفاض درجة الحرارة بالمخازن (الثلاجات) إلى درجة تقل عن حد معين (يختلف من نوع لآخر) تسبب تلفا لأنسجة الثمار سواء الداخلية أو الخارجية والي عدم تمام نضج الثمار أثناء التخزين هذا التلف هو ما يسمى بأمراض البرودة وأهم هذه الأمراض.

**١- الانهيار المائي:**

يحدث أثناء تخزين ثمار الموالح عن درجة تقل عن ٣٢ف أن تصبح الجلدة لينه مائية المظهر وإذا ما خزنت ثمار التفاح في درجات تقل عن ٢٩ ف فيحدث أن بعض أجزاء اللحم تتحول إلى لون بني فاتح وتزداد مساحة هذه الأنسجة تدريجيا ثم تتهشم وتصبح مائية المظهر.

**٢- الانهيار الداخلي Internal Breakdown**

عندما تنخفض درجة حرارة ثلاجات الخوخ يلاحظ أن اللحم يصبح جافا محببا ذو طعم مر ويتحول في الجزء الملاصق للبذور إلى اللون البني.

وقد يتغير لون الأنسجة نتيجة لوصولها الانحلال Senescence نوعا من الانهيار الداخلي.

٣- التحفر والتبقع Pitting

يحدث عند تخزين ثمار الموالح أن تجف خلايا تحت البشـــرة البارنشـــمية المحيطة بالقنوات الزيتية وجفاف هذه الخلايا يؤثر علي الغدد الزيتية المحيطة مما يتسبب عنه ظهور حفر صغيرة علي سطح الجلدة تكبر تدريجيا وتتلـــون بـــاللون البني أما ثمار المانجو والخوخ فتصاب ببقع صغيرة بنيه اللون.

٤- الانسلاق أو اللفحة Scald

يظهر علي سطح ثمار التفاح والكمثرى في المخازن المبردة أشرطة أو بقع غير منتظمة ذات لون بني مبيض يتبعه موت جلد الثمرة في الأجزاء المصابة.

٥- اسوداد أصابع الموز

تظهر بقع بنيه اللون علي جلدة أصابع الموز عند تخزينها علـــي درجـــات منخفضة تنتشر هذه البقع لدرجة يحدث فيها امتداد الإصابة إلى كل سطح الثمـــرة وبالتالي اسوداد الثمرة كلها.

النظريات التي تفسر أسباب حدوث الأمراض السابقة:

أ- نظرية حدوث الأكسدة الغير اعتيادية:

تقول هذه النظرية أنه قلة نشاط الـــبروتوبلازم فـــي درجـــات الحـــرارة المنخفضة وبطئ نشاط أنزيمات الأكسدة يقلل من قدرة الخلايا علي الحصول علي الأوكسجين اللازم لتنفسها مما يؤدي إلى حدوث التنفس اللاهوائي وتراكم المـــواد الناتجة منه مثل الأستيالدهيد والكحولات وغيرها داخل الأنسجة وهي مواد ســـامة تسبب تسمم هذه الأنسجة وبذلك تظهر أعراض البرودة. وقد يفسر بأن أضـــرار البرودة تتبع منحنيا خاصة تبلغ ذروته في حرارة متوسطة وتكون أقل في درجات حرارة أعلى أو أقل من هذه الدرجة فدرجة إصابة الجريب فروت مثـــلا بـــالحفر تكون أعلى عند درجة ٤٠ف منها عن ٣٢ف أو ٥٠ ف ويفسر بذلك بالآتي:-

أ- تغير نظام التفاعلات الحيوية عند درجة حرارة معينة يطلق عليها درجة حرارة الانتقال فيختل هذا النظام مسببا حدوث أمراض البرودة.

ب- تنقص سرعة التفاعلات الحيوية بتوالي انخفاض درجة الحرارة ولهذا ينقص الضرر الناتج من اختلال العمليات الحيوية في درجات الحرارة المنخفضة جدا.

٢- نظرية التسمم بتراكم المواد الغريبة:

تؤثر درجات الحرارة المنخفضة علي نشاط الأنزيمات فتعمل مثلا علي تنشيط التحليل المائي لبعض الجلوكوزيدات مما ينتج عنه بعض المواد السامة التي تسبب تسمم الخلايا. وقد تعمل الدرجات المنخفضة علي أكسدة المواد التنينية وتحولها إلى مواد داكنة اللون وقد يلعب إنزيم البولي فينول أكسيديز دورا في هذه الحالة.

أضرار التجمد:

تتجمد أنسجة الثمار إذ قلت درجة الحرارة بالثلاجات عن حد معين وتختلف هذه الدرجة باختلاف نوع الثمار ونسبة الرطوبة بها ومقدار ما تحويه من غرويات ومواد ذائبة:

| | |
|---|---|
| الطماطم | ٣٠,٤ف |
| بطاطس | ٢٨,٩ف |
| بسلة | ٣٠,٠ف |
| خرشوف | ٢٩,١ف |
| خيار | ٣٠,٥ف |
| بصل | ٣٠,١ف |

وعند حدوث درجة التجميد تتكون البلورات الثلجية داخل البروتوبلازم ثم ني الفجوة العصارية وعند حدوث هذه الدرجة فجائيا يسحب الماء إلى خارج

الخلايا ثم يتجمد مكونا بلورات في الفراغات البينية ويعزى الضرر لأسباب عديدة منها أن تكوين البلورات الثلجية يؤدي إلى تهشيم الأنسجة، وأن سحب الماء من البروتوبلازم يؤدي إلى موته لجفافه.

**ب- الأمراض الناشئة عن قلة الأوكسجين.**

من المعروف أن الأوكسجين لازم لعملية التنفس الهوائي التي تحدث بالخلايا الحية للثمار وإذا نقص الأوكسجين بجو المخزن وأثناء تجهيز ونقل الثمار أو نقص وروده للخلايا الداخلية للثمرة لسبب من الأسباب فإنه سرعان ما يحدث التنفس اللاهوائي وتتجمع المواد السامة التي تتكون في هذه العملية مؤدية إلى موت الخلايا، ومن أهم الأمراض الناشئة عن قلة الأوكسجين الآتية:

**١- اسوداد قلب ثمار الكمثرى:**

ظهر من أبحاث (العزوني - استينو) بكلية الزراعة بالجيزة أن ثمار الكمثرى الايكونت المخزنة بالثلاجات لفترة طويلة تصاب باستمرار في الأنسجة المحيطة بمركز الثمرة يصحبه طعم كحولي، وقد وجد أن ذلك ناشئ من قلة الفراغات البينية الموجودة بالثمار والتي تمتلأ بالعصير المنتقل من الخلايا المجاورة مما يعيق تبادل الغازات وعدم وصول الأوكسجين إلى قلب الثمرة وحدوث التنفس اللاهوائي.

**٢- اسوداد قلب ثمار البطاطس Black heart of Potatoes**

يحدث عند تخزين درنات البطاطس في مخازن قليلة التهوية ظهور بقع سوداء في وسطها ويمتد هذا الاسوداد حتى يصل إلى الطبقات الخارجية وقد لوحظ أن الدرنات الكبيرة أكثر عرضه لحدوث هذا المرض من الصغيرة وأن درجة الإصابة تزداد بارتفاع درجات الحرارة أثناء الشحن والتخزين، ويعزي سبب لاختلال العمليات السيولوجية نتيجة لقة الأوكسجين.

٣- مرض القلب الأحمر: Red Heart

يحدث عند قلة التهوية أثناء تخزين الخس والكرنب تلون الأوراق الداخلية باللون الأحمر نتيجة لصعوبة تبادل الغازات.

٤- مرض اللفحة: Scald

يقال أن من ضمن أسباب اللفحة السابق الحديث عنها قلة التهوية وتراكم نواتج عملية التنفس في الثمار.

ج- الضرر الناشئ عن زيادة نسبة الغازات الغير مشبعة بالجو:

سبق أن ذكرنا أنه ينتج أثناء تنفس الثمار بالمخازن مجموعة من الغازات أهمها الايثيلين ازدياد نسبة هذه الغازات عن حد معين تسبب سرعة تنفس الثمار وسرعة حدوث عمليات الهدم وضرر الثمار.

د- شيخوخة الثمار:

في نهاية مدة التخزين تبدأ الثمار في التلف نتيجة لانحلال الأنسجة وموتها لدخول في طور الانحلال وقد تحدثنا فيما سبق عن أن جودة معاملة الثمار وتخزينها تؤدي إلى تأخير حدوث هذه الحالة.

(ب) الأمراض التي تسببها كائنات حية دقيقة:

يقصد بها الأمراض الفطرية والبكتيرية التي تصيب الثمار أثناء تخزينها وقد سبق ذكر بعضها وموضوع دراستها بالتفصيل يقع ضمن دراسة أمراض النباتات غير أنه حب معرفة أن هذه الأمراض تسبب خسائر كبيرة من ناحية فساد الثمار وانتقال الإصابة للثمار المجاورة في المخازن وتسبب في بعض أطوار الإصابة تغير في مظهر الثمار مما يقلل من قميتها التسويقية وعموما فإنه يمكن الحد من الإصابة وانتقال العدوى بهذه الكائنات باتباع الآتي:

١- المقاومة في البستان أو الحقل بالرش بالمواد التي تستخدم في هـــذا النوع من المقاومة.

٢- العناية بعدم تلوث الثمار عند الجمع.

٣- العناية بعدم حدوث ضرر لجلدة الثمار أثناء الجمع والتجهيز والنقل.

٤- تطهير الثمار أثناء عمله التطهير بأحد المطهرات السابق التحـــدث عنها.

٥- استخدام عبوات سبق تطهيرها جيدا.

٦- لف الثمار بأوراق معاملة بمواد مطهرة أو وضع هذه المـــواد فـــي مكان خاص تدخل العبوة أو تبخير العبـــوات بمـــواج قاتلـــة للجراثيـــم الفطريات بعد التعبئة.

٧- استخدام درجات تخزين منخفضة.

٨- تطهير جو المخزن باستمرار باستخدم المطهرات الفطرية أو الأشعة الفوق بنفسجية.

٩- فرز الثمار المخزنة كلما تيسر وخراج الثمار المصابة.

(جـ) أضرار يسببها الإصابة للثمار بحشرات أو آفات حيوانية أخرى: :

تصاب بعض الثمار في البستان بحشرات مثل ذبابة الفاكهة أو الحشـــرات القشرية مما يحدث ضررا بالغا الثمار نتيجة لتلف الأنسجة ووجود الكائنات الغـير مرغوب في وجودها بالثمرة والإصابة بفطريات ثانوية مكان الإصابة كما يحـدث في حالة ذبابة الفاكهة أو بعض العناكب التي تسبب حدوث تشوهات بجلد الثمـــار يجعلها ذات قيمة تسويقية منخفضة أو بأضرار يسببها حيوانـــات مثـــل الجـــرذان والخفافيش وعموما يمكن الحد من هذه الأضرار.

١- المقاومة في البستان أو الحقل.

٢- فرز الثمار المصابة.

٣- معاملة الثمار بكميات لها خاصية قتل الحشرة الموجودة بالثمرة مثل البيض أو الديدان كما في ذبابة الفاكهة سواء بعمل محاليل منها ونقع الثمار فيها لمدة محددة أو تبخر بها الصناديق المعبأ بها الثمار.

## العرق sweating

يحدث عن إخراج الثمار من الثلاجات أن تكثف طبقة من الماء علي سطحها نتيجة لأن الرطوبة التي بالجو الخارجي المرتفع الحرارة تتكثف علي السطح البارد، ويؤدي ابتلال الثمار بهذه الطريقة إلى الكثير من الأضرار ويمكن تقليل حدوث هذه الظاهرة بتعرض الثمار للدرجات المرتفعة تدريجيا بعد إخراجها من الثلاجات كأن تترك صناديقها مدة معينة في طرقات من الثلاجة خارج غرف التخزين ثم تنقل بع ذلك للجو الخارجي .

**نضج الثمار :**

تعتبر الثمار ناضجة إذا ما أصبحت صالحة للاستهلاك الآدمي بحالتها الطازجة وبحيث تكون قد تمت بها تغيرات اكتساب اللون النهائي ووصل تركيبها الكيميائي إلى درجة يجعلها جيدة الطعم ذات قوام يناسب الأكل.

وقد سبق لنا توضيح أن الثمار تبدأ في النضج بعد اكتمال نموها علي النباتات التي تحملها وأن قطف الثمار بعد وصولها إلى مرحلة اكتمال النضج يسمح بحدوث هذه التغيرات بعيدا عن الأشجار، كما أوضحنا أن تخزين الثمار يرمي إلى إبطاء تغيرات النضج حتى يمكن تعطيل حدوث الاضمحلال الذي ينشأ بعد نضجها وبالتالي زيادة مدة حفظها.

## الإنضاج والتلوين الصناعي للثمار

يقصد بالإنضاج الصناعي المساعدة علي تنشيط العمليات الفسيولوجية بالثمار لإسراع نضجها ولكي يتم هذا النضج يجب أن تكون الثمار مكتملة النمو ويحدث أثناء هذا الإنضاج إسراع لنشاط بعض الأنزيمات مثل الأميليز والفوسفوريليز والبكتينيز والبروتوبكتيز والتانيز والكتاليز والبيرواكسيديز، أما

التلوين الصناعي فيقصد به إزالة الكلوروفيل الموجود بخلايا جلدة الثمرة حتى تظهر الألوان الأخرى.

**فوائد الإنضاج والتلوين الصناعي:**

**١- التسويق المبكر:**

يمكن تسويق بعض الثمار مثل الموالح، إذا أجرى لها الإنضاج الصناعي قبل الموعد الطبيعي بحوالي ١٥ يوم وهذا يفيد في الحصول علي أسعار مرتفعة خصوصا بتصديرها إلى الأسواق الأجنبية.

**٢- تسهيل الشحن والنقل:**

من المعروف أن الثمار يمكنها تحمل الاحتكاك أثناء الشحن بدرجة أكبر في حالة عدم اكتمال نضجها منها إذا كانت ناضجة، وهذه الحالة ملحوظة مع الموز حيث تجمع سباطات الموز بعد اكتمال النمو وتشحن إلى مراكز الاستهلاك دون ضرر كبير ثم يجري إنضاجها.

**٣- إعطاء فرصة أكبر لتخزين الثمار:**

سبق أن ذكرنا أن قطف الثمار عند اكتمال النمو يعطيها فرصة أكبر للتخزين من الثمار الناضجة - وحيث أن تخزين الثمار في درجات الحرارة المنخفضة لا يسمح كثيرا بحدوث تغيرات النضج والتلوين بداخل الثلاجات ويمكن إجراء الإنضاج والتلوين الصناعي بعد إخراج الثمار من الثلاجات.

**٤- تنظيم التسويق:**

يمكن أن ذكرنا أن قطف الثمار من الثلاجات علي فترات وإنضاجها صناعيا تنظيم عرض الثمار بالأسواق.

### ٥- إكساب الثمار خواص أكلية ممتازة:

الإنضاج الصناعي الجيد للموز والكمثرى يعطيها طعما ممتازا وفي حالة البلح والكاكي يخفي المادة التنبيه التي تعطى الثمار طعما غير مقبول.

### ٦- تحسين مظهر الثمار:

يستعمل التلوين الصناعي أحيانا لهدم الكلورفيل الموجود في أعناق أوراق الكرفس ومهاميز الهليون فتظهر باللون الأبيض المطلوب- وفي بعض البلدان التي لا تتلون الثمار فيها طبيعيا نظرا لعدم ملائمة الظروف الجوية يمكن استخدام التلوين الصناعي لإعطاء الثمار مظهرا جذابا (الطماطم، الموالح).

### ٧- جمع الثمار مرة واحدة:

قد يكون علي الشمروخ الواحد للبلح ثمارا ناضجة وثمارا وصلت إلى مرحلة اكتمال النمو بالكاد، وعلى ذلك فيضطر أحيانا مجمع الثمار الناضجة علي فترات وهذه يزيد من مصاريف الجمع، ويمكن بجمع العرجون مرة واحدة (بعد أن يكتمل نمو أغلب ثماره) وإجراء الإنضاج الصناعي تقليل مرات الجمع.

### الطرق المتبعة في الإنضاج الصناعي:

تعلم الإنسان كيف ينضج الثمار المختلفة من أزمنة بعيدة فالحفريات المصرية تنبؤنا بأن المصريين القدماء كانوا يضعون بعض ثمار الفاكهة داخل زلع أو أواني مختلفة الأحجام لإنضاجها ويستخدمون الخل والمحاليل الملحية في إنضاج ثمار البلح وقد استعمل الصينيون الغازات المتولدة عن حرق البخور في إنضاج ثمار الكمثرى ، وتقسم الطرق المتبعة حاليا في إنضاج الثمار إلى:-

١-الطرق الميكانيكية :

تتلخص في أحداث جرح في جلدة الثمار أو حاملها الزهري مما يسبب سرعة التنفس وبالتالي إلى أسرع حدوث العمليات الفسيولوجية المؤدية إلى انضج وتتبع هذه الطريقة في إنضاج البلح بعمل جروح في حامل العرجون.

٢-الطرق الكيمائية:

تستخدم بعض المواد الكيمائية التي لها اثر تنبيهي في إسراع حدوث العمليات الحيوية فقد يستخدم ماء الجير في معاملة ثمار الكاكي أو محاليل من الخل أو محاليل ملحية في معاملة ثمار البلح ام محاليل مخففة لبعض الأحماض مثل حامض البنزويك أو السلسليك أو اللاكتيك كما قد يستخدم كأ٢.وفي اليابان تستخدم البراميل التي سبق تحضير مشروب الساكى(خمر مصنوع من أرز)بداخلها في إنضاج ثمار الكاكى بتركها داخل هذه البراميل لمدة ١٠ايام وتعتبر طريقة إنضاج الثمار بمحاليل منشطات النمو الكيميائية الحديثة وتستخدم حاليا بنجاح محاليل مخففة من بعض هذه المواد مثل IBA,2.4-D

٣-الطرق الحرارية :

من المعروف أن ارتفاع درجة الحرارة حتى حد معين يسرع من العمليات الحيوية داخل الثمار ،الطرق الحرارية تعتمد على رفع درجة حرارة في الجو المحيط بالثمار إلى درجة المثلى لحدوث تغيرات النضج ورفع درجة الحرارة يعتمد على طرق عديدة منها:

الكمر وهى من اقدم الطرق المتبعة في إنضاج الثمار وفيها تلف الثمار بالورق أو توضع داخل صناديق أو اسبتة مع خلطها بالتبن أو النخالة وترتفع درجة حرارة حول الثمار نتيجة للحرارة المتولدة أثناء تنفسها وتراكم هذه الحرارة تستخدم في إنضاج القشدة والمانجو.

المواقد:توضع الثمار داخل غرف محكمة الإغلاق بها مواقد صغيرة تعمل بالفحم أو الكيروسين ومن الواجب الاحتراس عن استخدام هذه الطريقة في

الإنضاج من ارتفاع درجة الحرارة أو الرطوبة عن الحد اللازم حيث قد يتسبب ذلك في تلف الثمار ) ٠لايجب ارتفاع درجة الحرارة عن٢٥ مئوية والرطوبة عن ٨٥% وتنضج ثمار الموز بهذه الطريقة بعد حوالي ٣ أيام مع اتخاذ احتياطات خاصة والإنضاج بهذه الطريقة يرجع إلى رفع درجة الحرارة والى الغازات الناتجة عن حرق الوقود ، وقد بطل استخدام هذه الطريقة تقريبا الآن نتيجة للأضرار التي قد تنشا عنها وحيث انه لا يمكن أجراؤها صيفا لارتفاع درجة الحرارة الجو الخارجي عن الدرجة المطلوبة للإنضاج .

**المسخنات الكهربائية:-** تستخدم في هذه الطريقة غرف خاصة محكمة الإغلاق يتحكم في رفع وخفض درجات الحرارة داخلها أجهزة تدفئة وتبريد تعمل بالكهرباء كذلك يتحكم في الرطوبة النسبية بجو هذه الغرف وفي الغالب تجعل درجة الحرارة بداخل هذه الغرف ١٦-٢٠ درجة مئوية ونسبة الرطوبة ٨٥-٩٥% وتتبع حاليا في إنضاج الموز في الأسواق الرئيسية ببلادنا .

**٤-طرق استخدام الغازات:**

تستخدم في هذه الطرق بعض الغازات الايدروكربونية الغير مشبعة مثل الايثيلين أو الاستيلين لإسراع العمليات الحيوية الخاصة بإنضاج وهى من الغازات التي تتولد أثناء عملية تنفس الثمار والسابق الحديث عنها وهى قابلة للاشتعال ومن الواجب الاحتراس عند استخدامها باستخدام محركات مقفلة تدفع خارج غرف التسوية.

الاثيلين :يستخدم الايثلين في إنضاج بطرق متعددة منها:

**أ-النظام المتقطع (السريع):**

تعمل حجر الإنضاج جيدة العزل ذات فتحات للتهوية يمكن إغلاقها جيدا وبأحكام ويوضع بداخلها مراوح تحرك الجو الداخلي الغرفة بسرعة معينة كذلك تجهز هذه الغرف في الغالب بأجهزة تدفئة وتبريد كهربائية للتحكم في درجة الحرارة ينفذ بجدار الغرفة ابنوبة من الصلب تفتح داخل الغرفة وتتصل بأنبوبة الغاز والجهاز الذي يتحكم في تسرب الغاز واللذان يوضعان خارج

الغرفة.ويتلخص نظام إطلاق الغاز داخل الغرفة في السماح بنفاذ كميات منه على فترات متتالية كل بضع ساعات وفي الغالب تكون نفاذ الغاز داخل الحجرة بحسب السرعات الآتية :

الغرف التي لاتزيد حجمها عن ٥٠٠٠ قدم مكعب يطلق الغاز بسوعة ٠,٥ قدم /الدقيقة الغرف التي حجمها من ٥٠٠٠-١٠٠٠٠ قدم غاز /١٠٠٠ قدم مكعب يطلق الغاز بسرعة ٢- ½ ٢ قدم /الدقيقة فإذا كان لديها غرفة حجمها ٤٠٠٠ قدم مكعب.

ويراد جعل التركيز النهائي قدم غاز/١٠٠٠قدم مكعب فان الكمية المراد إدخالها من الغاز=٤قدم غاز

وهذه الكمية يجب إدخالها للغرفة ٤/٠,٥=٨ق.

ويجرى تغير جو الغرفة بتهويتها كل ٤ساعات لطرد غاز ك أ٢ الناتج عن التنفس وتكرر العملية في الغالب ٣-٤مرات .

**النظام المستمر(البطيء):**

في هذا النظام يتحكم في انسياب الغاز إلى جو غرف التسوية بكميات بسيطة باستمرار للمدة التي يتطلبها الإنضاج-ويعتمد هذا النظام في انسياب كميات ضئيلة من الغاز إلى جو الغرفة ولنجاح ذلك يجب أولا تخفيض ضغط الغاز الخارج من الاسطوانة إلى ٥٠رطلا على البوصة المربعة ثم إلى ٣-٤ بوصات قبل نفاذه إلى غرفة خلال أجهزة خاصة ويمرر في النهاية خلال أناء يحتوى على الماء ومنه يمكن تقدير عدد فقعات الغازات وبالتالي سرعة تسربه على جو الغرفة ويخرج قبل دخوله اليها بتيار هوائي ذو درجة حرارة ورطوبة معينة بالنسبة المطلوبة-ويسحب الهواء من داخل الغرفة ويعاد تعديل نسبة الغاز فيه ويعاد تمريرة وهكذا ويكون تركيز الغاز في غالبية الحالات حوالى١:-١٠٠٠ جزء ما عدا الموالح التي قد يستخدم معها ١:٥٠٠٠ والطماطم ١:٤٠٠٠ يتم النضج لمدة

و٢-٦ أيام في حرارة من ٧٠-٧٥ ف ورطوبة حوالي ٨٥% وقد يكتفي بمعاملة الغاز لجزء من هذه المدة ثم تترك الثمار في الجو العادي لإكمال النضج.

**الاسيتلين :**

من المعروف أن الغاز الاستيلين يمكن الحصول عليه داخل أنابيب مثل الايثلين أو يمكن إنتاجه بحسب التفاعل.

كا ك٢+٢يد٢أ ـــــــــ كا (أيد)٢+ك٢يد٢

يستعمل عادة الغاز مثل السابقة بتركيز ١:١٠٠٠ إذا استخدام غاز الاسطوانات أو يوضع ٣جم من المادة /م ٣ منجم الغرفة في وعاء وتوضع عليه كمية مناسبة من الماء لإكمال التفاعل ويمكن أن يتم الإنضاج اسفل خيام توضع فوق صناديق الثمار أو داخل صناديق صغيرة كالتالي بالرسم في حالة الأبحاث ومن الواجبة تجديد الغاز كل ١٢-٢٤ ساعة حتى يتم الإنضاج ٢-٥ أيام وقد يكتفي بالمعاملة لمدة ١٢ ساع ة ثم يترك الثمار في الجو العادي بعد ذلك لإتمام الإنضاج.

## التلوين الصناعي:-

يمكن اتباع نفس الطرق السابقة التكلم عليها في الإنتاج في تلوين خصوصا الطرق الحرارية وطرق المعاملة بالغازات وتلوين ثمار الليمون الاضاليا مبكرا في الموسم بإيطاليا بوضع الصناديق فوق بعضها داخل غرف محكمة الإغلاق مع ترك فراغ حوالي ½ متر بين سطح آخر صندوق وسطح الغرف ثم أحكام إغلاق الغرفة فتعمل الغازات المتولدة وارتفاع الحرارة نتيجة لتنفسي الثمار من تلوين الثمار في مدة لا تزيد عن ٧-١٠ أيام. وقد تستخدم تغطية الصناديق وهي في الحقل جيدا بغطاء من قماش سميك يقوم بحجز الحرارة والغازات أسفله، ويستخدم في أمريكا غرف الإنضاج بالغازات في إتمام عملية التلوين.